# 岡　山　大　学
# 農学部学術報告

（春川博士停年退職記念）

第11号

# SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
# FACULTY OF AGRICULTURE OKAYAMA UNIVERSITY

No, 11

昭和33年3月

MARCH 1958

岡山大学農学部発行

PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

春川博士近影

## 春川先生の略歴と主な著作

### 略　　歴

| | |
|---|---|
| 明治20年2月18日 | 新潟県中魚沼郡中条村西枯木又に誕生 |
| 大正2年7月11日 | 東京帝国大学農科大学農学科卒業 |
| 大正3年7月3日 | 大原農業研究所研究員昆虫部主任 |
| 大正9年12月1日 | アメリカ．イギリス．フランスに文部省在外研究員として留学 |
| 大正12年2月15日 | 同上帰朝 |
| 大正14年3月17日 | 農学博士 |
| 昭和11年6月3日 | 大原農業研究所を辞任．京都帝国大学教授に任官 |
| 昭和22年6月7日 | 京都帝国大学教授を停年退職岡山県立農業専門学校長となる |
| 昭和24年8月27日 | 岡山大学教授に任官．農学部長 |
| 昭和31年3月30日 | 農業昆虫の研究並に農業教育の功により第8回岡山県文化賞受賞 |
| 昭和32年3月31日 | 岡山大学教授を停年制で退官 |
| 昭和32年4月1日 | 岡山大学名誉教授となり現在武田製薬株式会社研究部顧問 |

### 主な業績

1. Über die Lebensweise des Pfirsichtriebbhohrers, *Laspeyresia molesta* Busck. I. Berichte d. Ōhara Inst. f. Landw. Forsch. 1, 151—170. (1917) (With N. Yagi)
2. On the life-history and habits of a peach leaf-miner, *Ornix sp.* ibid. 1, 325—333. (1918) (With N. Yagi)
3. Controlling the rice-borer (*Chilo simplex*) by submergence. ibid. 1, 599—628. (1920)
4. Studies on the peach saw-fly, *Eriocampoides matsumotonis* Matsumura. ibid. 2, 21—46 (1921)
5. Studies on the bionomics of the pear fruit saw-fly, *Hoplocampa minuta* Christ. ibid. 2, 505—519. (1924)
6. Studies on the toxcity of lime-sulpher mixture. ibid. 3, 379—404. (1927)
7. Relation of temperature to the growth of the oriental peach moth. 1. ibid. 4, 67—94. (1929)
8. Studies on the rush saw-fly. 3. Relation of temperature to the development of the rush saw-fly. ibid. 4, 181—198. (1929) (With S. Kondo)
9. On the peach-bark miner, *Acrocercops astaurotea* Meyrick. I. ibid. 4, 475—494. (1930) (With S. Kumashiro)
10. On the bionomics of the large black-male saw-fly, *Dolerus harukawai* Waterston. ibid. 4, 495—509. (1930) (With S. Kumashiro)
11. On the toxic action of *Hanahirinoki* and its application for the control of *Yurimimizu*. ibid. 5, 311—324. (1932)
12. Studies on the seed-corn maggot. 4. ibid. 6, 219—253. (1934) (With R. Takato and S. Kumashiro)
13. Studies on fumigation with chloropicrin. ibid. 6, 407—430. (1934) (With S. Kumashiro)
14. Studies on the rice-bore. 3. On the population density of the rice-borer. ibid. 7, 1—97. (1935) With R. Takato and S. Kumashiro)
15. Studies on the life history and bionomics of *Phyllotreta vittata* Fabricius. I. Mem. Coll. Agric. Kyoto Imp. Univ, 44, 1—48. (1938) (With M. Tokunaga)
16. Heat as a means of controlling angoumois grain-moth. 3. Resistance to high temperature of the angoumois giain-moth. (2). Berichte d. Ōhara Inst. f. Landw. Forsch. 8, 465—475. (1941) (With S. Kumashiro)

# 目　　次

米田茂男・河内知道：干拓地土壌に関する研究

（第13報）電気伝導度法による土壌塩分の測定法とその意義について……1

篠崎侑一・大原幸子：岡山県におけるナタネ子実の油脂性状に関する知見……15

下瀬昇：水稲の珪酸吸収に及ぼす塩素の影響……25

須藤浩：エンシレージの製造法に関する研究

二，三の添加物の効果について……29

片岡啓・今村経明：牛乳及び乳製品中に存在する乳酸菌について……41

清久正夫：松茸害虫の種類と被害……49

菅井一男・寺本憲太：コリデール種牝緬羊の泌乳に関する研究

（第１報）牝緬羊の泌乳量特に泌乳量と仔緬羊の生長との関係について……61

安田勲・是松博文：螢光燈による菊の抑制栽培

（第１報）ワットを変えた光の強さの影響……69

益田忠雄・林清史：メロン果実の疣状突起について

（第１報）人為処理による疣状突起の形成と疣状部の解剖学的観察……79

福田稔：農業機械化の経済的意義に関する研究

（第１報）農業機械の意義……87

## Contents

S. YONEDA and T. KOCHI :
A Study on Polder Soils in Japan.
XIII. Determination of Electrical Conductivity of Soil Extracts and Its Use in Apparaising Soil Salinity. ........ 1

Y. SHINOZAKI and S. OHARA :
Some Knowledges on the Characteristics of the Rape Seed Oil in Okayama Prefecture. ........ 15

N. SHIMOSE :
Effects of Chlorine on Silicate Absorption in Rice plants. ........ 25

H. SUTOH :
Studies on Silage-Making.
On the Effect of Some Additives. ........ 29

K. KATAOKA and T. IMAMURA :
On the Lactic Acid Bacteria Survived in Milk Products. ........ 41

M. KIYOKU :
Studies on the Insect Fauna of the Japanese Pine Mushroom and the Damage due to the Insect Pests. ........ 49

K. SUGAI and K. TERAMOTO :
Milk-Secretion Studies with Corriedale Ewes.
I. On the Milk Yield of Ewes with Special Reference to Its Relation to the Growth of Suckling Lambs. ........ 61

I. YASUDA and H. KOREMATSU :
Culture of Chrysanthemums lighted by Fluorescent Lamps.
I. Effects of Luminous Intensity under the Lamps of Various watt. ........ 69

T. MASUDA and K. HAYASHI :
Verruca on the Fruit of Melon.
I. The Formation of Verruca due to the Artificial Treatment and Its Anatomical Observation. ........ 79

M. FUKUDA :
Studies on Economical Meaning of Mechanization of Agriculture.
I. On Meaning of Machine of Agriculture. ........ 87

# 干拓地土壌に関する研究

## （第13報）電気伝導度法による土壌塩分の測定法とその意義について

米田茂男・河内知道

# A Study on Polder Soils in Japan

## XIII Determination of Electrical Conductivity of Soil Extracts and its Use in Appraising Soil Salinity

Shigeo YONEDA and Tomomichi KŌCHI

A study was made of the use of electrical conductivity for determining the salt content and evaluating the salt toxicity in soils. Electrical conductivity was measured for the saturation extracts of Fukuda polder soils and salty paddy soils.

The procedure adopted for preparing a saturation extracts and determining the conductance was as follows: Distilled water was added to air dry soil and the soil mass was stirred until a condition of water saturation was reached. After 20 to 24 hours, the soil mass was filtered on a Buchner funnel and the filtrates were used for determining conductivity in special conductivity cells. It was found also that in the case of flooded paddy soils, fresh soil could be used directly for preparing the saturation extracts.

The electrical conductivity (expressed in millimhos/cm, mhos $\times 10^3$) of saturation extracts and actual salt content of 1:5 extracts were determined on a number of Fukuda polder soils, varying widely in chloride content and sulfate content. A close relationship was found to exist between the two measurements and the conductivity of saturation extracts gave rather a better measure in appraising soil salinity.

It was found that the conductivity of saturation extracts was five to eleven times greater than that of 1:5 extracts and saturation percentage was very close to Hilgard's maximum water holding capacity.

Conductivity and pH of incubated soils were determined on 150 samples of salty paddy soils. A close relationship was found to exist between conductivity and yield of rice. A fair relationship was also found to exist between pH of incubated soils and yield of rice. It appears that a large amount of sulfide accumulated in salty paddy soils affects more or less on crop growth.

### 緒　　言

土壌中に含まれている可溶性塩類の濃度の表示法は必ずしも一定していない．多くの研究者は習慣的に，土壌に対する重量パーセント又は p. p. m. 単位で表わしているが，最近では当量単位で表わす方が，より合理的であることが指摘[3]されている．又オランダに於ては土壌の含塩度の指標として，しばしば土壌水分に対する塩類濃度（in grams per liter soil moisture）が用いられ，本表示法は乾土単位量中の含塩量で表わす方法に比べて，一層合理的と報告[5]されている．これらの，土壌又は土壌溶液に対する塩類濃度の直接表示法に加えて，間接表示法として土壌浸出液の電気伝導度の測定値を以て含塩度を表示する方法も広く一般に採用されている．アメリカの地域塩害研究所（U. S. Regional Salinity Laboratory）においては，作物に及ぼす塩類の影響の判定

法として，土壌浸出液の伝導度測定法が高く評価されており，本測定値は存在する塩類の有害限界を表わすよき指標であると報じている．その理由として塩類溶液の電気伝導度と滲透圧は共に単位容積の水溶液中に溶存するイオンの数に規定される点を指摘している．

当研究室においては，従来干拓地及び塩害地の多数の水田土壌につき，主として化学分析法による土壌塩分の測定を行つてきたが，上記の，主として畑土壌を対象として報告されている電気伝導度法の結果が，水田土壌の場合にも如何なる程度に迄適用しうるかを明かにする目的で，先づ本研究の第12報[11]に供試した福田干拓地の試料を用いて化学分析法と伝導度法の比較を行い，次に瀬戸内海沿岸及び四国周辺の，地盤変動によつて生じた塩害地の水田土壌を用いて，先に報告[9]した土壌の塩素含量及び反收と伝導度の間に如何なる関係が成立するかを検討し，併せて湛水下の水田土壌の伝導度の迅速測定法に関する実験を行つた．

## I．土壌浸出液の電気伝導度の測定法

### 1．測定法及び表示法

土壌の電気伝導度の測定値の表示法も，必ずしも一定していない．

先づ測定法の概要を述べると，土壌の浸出溶液中に，白金黒を附した面積1平方cmの白金電極2枚を1cmの間隔に挿入し，Kohrausch bridge を用いて抵抗を測定する．この場合，電流の流れに対する溶液の抵抗は ohm 単位で測定され，場合によつてはこの抵抗の読みで含塩度を表示することもあるが，普通は伝導度で表示している．而して溶液の伝導度は抵抗の逆数であつて，次の関係が成立する．

$$\text{mhos 伝導度} = 1/\text{ohms 抵抗}$$

従つて電気伝導度は mhos/cm の次元にあり，普通 EC なる用語を以て之を表わしている．而して実際問題としては土壌溶液の伝導度は，一般にその値が非常に小であり，その標準単位 mhos/cm は基準として余りにも大きすぎて不便であるので，習慣上，適当に倍率を乗じた値を使用している．例えば伝導度値（Conductivity value）は $EC\times10^5$ の単位であり，又前記の米国地域塩害研究所では $EC\times10^3$，即ち millimhos/cm を基準単位として採用している．本報告では以下の実験において伝導度の基準として millimhos/cm を用いる．

測定を行うには予め比伝導度既知の塩類溶液（普通には KCl 水溶液）を用いて器抵抗 C（KCl 水溶液の比伝導度を K，その抵抗値を W とすれば C＝KW）を求める．次に土壌浸出液の抵抗値 W′ を求め，次式より伝導度 K′ を求め，之を 25°C における伝導度に換算する．

$$\text{即ち}\quad K'=\frac{C}{W'}\times10^3\ \text{millimhos/cm}$$

### 2．土壌浸出液の調製法

電気伝導度の測定は土壌：水の任意の比率について行うことができるが，測定値は後述する如く両比率の異なるに従つて変化するから，異種土壌間の比較を行い，且つ土壌分類の基準として利用するためには，一定の条件下において測定する必要がある．

筆者等は浸出液の調製法の大要は，前記米国地域塩害研究所の規定せる方法に準拠し，之を少しく変更して次の如く行つた．

風乾細土 100g を内容 250cc の共栓硝子罎に採り，蒸溜水を少量づつ注加しながら箆にて攪拌，捏和して飽和状態に達せしめる．而して注水の終点である飽和状態においては，土壌物質は罎を傾ける場合に辛じて流動する程度の可塑性を示し，表面は光を反射すると光沢をおびて輝き，且つ一夜放置する場合，土壌表面に 1〜2cc の遊離水を生ずる状態を呈するようにする．又本操

作中に空気は全く駆逐する必要がある．飽和状態に達したならば再び秤量し，風乾土からの増量を以て飽和容水量（Saturation percentage）とし，風乾土に対する百分率にて示す．

本試料を20～24時間放置したる後ブフナー漏斗を用いて濾過し，濾液の最初の部分は捨てるか又は再び濾過する．次に濾液につき特殊の測定用器を用いて伝導度を測定する．又濾液を用いて存在する塩類を定めるために化学分析を行うこともできる．

3．温度補正

電気伝導度の測定は，原則的には 25°C の恒温槽中にて行うべきであるが，多数の試料についての迅速測定，とくに現地測定を行う場合には，測定時の温度を記録して，温度補正を行つて標準温度 25°C の値に換算する方法が実用的には採用されている．

Campbell, Bower 及び Richards[1] は30種の含塩土及びアルカリ土を用いて飽和浸出液につき，5段階の温度における伝導度の比較を行つた．その結果，温度 1°C 当りの伝導度の百分率にて示した変化の平均値は 0～15°，15～25°，25～35°，35～50°C 当り夫々1.79，1.96，2.07 及び 2.15%を示し，従つて 15～35°C の間の範囲における伝導度の平均温度係数は1°C 当り 2.02%となると報じている．以下の実験の伝導度は本係数を用いて 25°C の値に換算した数値である．

## II．福田干拓地土壌の電気伝導度

既報[11] の福田干拓地の土壌試料中，とくに塩分含量を異にする15試料を用いて，前記の方法によつて測定した飽和浸出液の伝導度と，常法により 1：5 浸出液を用いての全固形物，塩素及び硫酸の定量値の比較成績は Table 1 に示す通りである．

Table 1. Conductivity and Soluble Salts of Fukuda Polder Soils.

| Soil No. | Depth cm | pH ($H_2O$) | Soluble salts (%) (1：5 extracts) | | | Conductivity of sat. ext. millimhos /cm | Saturation percentage (dry soil) | Max. water capacity (Hilgard's method) | Texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Total solid | Cl | $SO_3$ | | | | |
| 46—1 | 0—10 | 6.0 | 0.366 | 0.066 | 0.130 | 7.23 | 58.2 | 61.3 | F L |
| 43—1 | 0—27 | 6.8 | 0.472 | 0.222 | 0.069 | 16.23 | 40.5 | — | S |
| 29—3 | 38—47 | 6.5 | 0.594 | 0.284 | 0.063 | 22.56 | 42.5 | 43.0 | S |
| 47—1 | 0—10 | 6.7 | 0.646 | 0.106 | 0.200 | 12.85 | 77.3 | — | F C L |
| 47—2 | 10～ | 6.7 | 1.106 | 0.350 | 0.220 | 18.50 | 70.5 | — | F L |
| 31—3 | 46—75 | 6.1 | 1.248 | 0.514 | 0.135 | 32.80 | 55.9 | 53.4 | L |
| 7—2 | 16—27 | 6.2 | 1.300 | 0.603 | 0.228 | 25.83 | 69.8 | 67.8 | F C L |
| 7—1 | 0—16 | 5.4 | 1.676 | 0.532 | 0.349 | 29.28 | 64.5 | 63.9 | F L |
| 60—2 | 30～ | 6.2 | 1.696 | 0.807 | 0.240 | 43.63 | 60.9 | 59.7 | F L |
| 22—1 | 0—8 | 6.0 | 2.186 | 1.046 | 0.243 | 48.18 | 64.9 | 63.3 | F L |
| 14—1 | 0—17 | 5.9 | 2.716 | 1.259 | 0.246 | 59.30 | 59.1 | 56.2 | F L |
| 16—1 | 0—30 | 6.2 | 2.940 | 1.392 | 0.431 | 63.35 | 69.7 | 65.5 | F L |
| 26—1 | 0—30 | 4.2 | 4.088 | 2.120 | 0.358 | 88.95 | 66.5 | 66.1 | F L |
| 36—1 | 0—10 | 4.3 | 4.642 | 2.092 | 0.460 | 78.39 | 63.6 | 65.4 | F L |
| 64—1 | 0—30 | 5.6 | 5.808 | 2.252 | 0.634 | 115.84 | 63.1 | 64.0 | L |

本表においては，一応全固形物量の少い試料から多い試料の順序に排列したが，Table 1 より明かな如く，この順序は必ずしも伝導度の大小の順序と一致しない．かくの如く両順序に差異を生じた第一の原因は，所含塩類の組成に差異があるためで，とくに構成塩類として塩化物と硫酸

塩の何れが主要部分を占めるかが問題のようである.

各種塩類の水溶液の濃度を重量パーセントで示す場合，塩類が異なると同じ濃度の水溶液においても電気伝導度に差異を生じることは周知の通りで，例えば NaCl と $Na_2SO_4$ の 0.5%水溶液の伝導度は前者の 9.02 millimhos/cm に対して後者は 6.5 millimhos/cm を示した．従つて構成塩類として塩化物の比率が硫酸塩に比べて増大するに伴つて，仮に全固形物量は同一であつても伝導度は増大するわけで，この傾向は Table 1 の成績にも現われている．例えば 29-3 試料と 47-1試料を比較する場合，両試料の全固形物量と伝導度の値の大小は逆の関係になつているが，前者では塩化物が，又後者では硫酸塩が主体となつていることが判る.

かかる事実は所含塩類の大部分が単一塩類，例えば塩化物のみよりなる土壌間の比較においては余り問題でないが，福田干拓地土壌の如く硫酸塩含量の可なり多い試料が相当部分を占める場合には，単に全固形物量又は塩素含量のみによつて塩類の作物に及ぼす影響を判断することは誤りで，むしろ伝導度の測定値によつて論ずることが合理的であることを示している.

次に全固形物量と伝導度の大小順序に不一致を来した第二の原因として，1：5 浸出液は飽和浸出液に比べて土壌に対する水の割合が大なることに基づく塩類の溶出量の差異を指摘することができる．両浸出液に溶存する塩類の量を，浸出液 100 cc 中の g 数で示せば Table 2 の通りである.

Table 2. Soluble Salts and Conductivity of 1：5 Extracts and Saturation Extracts.

| Soil No. | Soluble salts and conductivity of 1:5 extracts | | | | Soluble salts and conductivity of sat. extracts | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Conductivity millimhos /cm | Soluble salts g/100cc | | | Conductivity millimhos /cm | Soluble salts g/100cc | | |
| | | Total solid | Cl | $SO_3$ | | Total solid | Cl | $SO_3$ |
| 46—1 | 1.19 | 0.073 | 0.013 | 0.026 | 7.23 | 0.744 | 0.071 | 0.295 |
| 43—1 | 1.43 | 0.094 | 0.044 | 0.014 | 16.23 | 1.260 | 0.531 | 0.178 |
| 29—3 | 2.22 | 0.118 | 0.057 | 0.013 | 22.56 | 1.624 | 0.744 | 0.185 |
| 47—1 | 2.41 | 0.129 | 0.021 | 0.040 | 12.85 | 1.240 | 0.248 | 0.446 |
| 47—2 | 3.12 | 0.221 | 0.070 | 0.044 | 18.50 | 1.600 | 0.603 | 0.343 |
| 31—3 | 4.29 | 0.249 | 0.103 | 0.027 | 32.80 | 2.408 | 1.064 | 0.343 |
| 7—2 | 3.85 | 0.260 | 0.121 | 0.046 | 25.83 | 1.936 | 0.780 | 0.375 |
| 7—1 | 4.23 | 0.335 | 0.106 | 0.070 | 29.28 | 2.388 | 0.869 | 0.480 |
| 60—2 | 5.58 | 0.339 | 0.161 | 0.048 | 43.63 | 3.748 | 1.489 | 0.604 |
| 22—1 | 7.62 | 0.437 | 0.209 | 0.049 | 48.18 | 3.704 | 1.720 | 0.412 |
| 14—1 | 9.03 | 0.543 | 0.252 | 0.049 | 59.30 | 4.576 | 2.181 | 0.418 |
| 16—1 | 9.27 | 0.588 | 0.278 | 0.086 | 63.35 | 5.024 | 2.340 | 0.599 |
| 26—1 | 14.00 | 0.817 | 0.424 | 0.072 | 88.95 | 7.872 | 3.688 | 0.796 |
| 36—1 | 12.03 | 0.928 | 0.418 | 0.092 | 78.39 | 6.976 | 3.227 | 0.809 |
| 64—1 | 16.33 | 1.161 | 0.450 | 0.127 | 115.84 | 10.712 | 4.858 | 1.231 |

Table 2 の成績より明かな如く，浸出液 100 cc 中の全固形物量は飽和浸出液の方が著しく多く，1：5 浸出液に比べて 10 倍量若しくはそれ以上の場合も少くなく，同様の現象が塩素及び硫酸の溶解量にも認められる．次に両浸出液中の全固形物量を比較するに，その大小順序には可なりの相違がみられ，且つ夫々の浸出液についても全固形物量と伝導度の大小順序は必ずしも一致せず，とくにこの傾向は塩類濃度の高い飽和浸出液の場合に顕著である．その理由は前記の如く溶存塩類の組成の差に起因することは明白である.

次に 1：5 浸出液と飽和浸出液の伝導度を比較するに，後者の値は前者の 5～11 倍に当り，

既往の多数の研究報告と同様に土壌の一定量に添加する浸出水の量を多くすると共に伝導度は急激に減少すること，従つて伝導度を基準として土壌間の比較を行う場合には土壌：水の比率を小さくすることは，換言すれば浸出水の割合を多くすることは合理的でないことを知つた．更に両浸出液の伝導度の比率が一定でなく，試料によつて可なりの差異のあることは，土性を異にする土壌間の比較実験においては土壌：水の比を劃一的に，例えば 1：1 の如く定めることも合理的でないことを意味している．かくて Magisted, Reitemeier 及び Wilcox[2] は塩類の定量は圃場状態の水分含量に能う限り近い土壌溶液で行うべきであると述べ，且つ Wilcox[4] は多数の実験を行う場合の迅速測定法として容水量の5倍に当る水を用いて浸出する方法を提案し，山崎，寺島，荒川[6] は塩害地水田の土壌調査において本法を採用している．

本報告においては前記の如く米国地域塩害研究所で採用している飽和浸出法を用いたが，かかる水分状態が如何なる意義を有するかを検討するため，乾土当りの飽和容水量と Hilgard 法による最大容水量を比較した結果 Table 1 に示す如く両測定値は可なりの近似値を示した．換言すれば本法は Hilgard の最大容水量に極めて近い水分状態においての土壌溶液の伝導度を現わすことを意味し，従つて Wilcox[4] の指摘する如く，伝導度測定に用いる土壌溶液は土性と共に変化する容水量か，それに近い点において調製さるべきである，との条件に一致することを知つた．

## Ⅲ．塩害地の水田土壌の電気伝導度

筆者等は農林省岡山農地事務局と協同して昭和26年より5年間に亙り，南海大地震による地盤変動の結果として中国地方の瀬戸内海沿岸及び四国周辺に発生した塩害地の水田土壌の調査を行い，その成果は既報[7)8)9)]の通りであるが，本実験においては先に供試せる土壌の伝導度を測定し，既報の成績との比較を試みた．

既報の如く，海岸沿いに分布する，いわゆる塩害発生田における水稲の生育障害の原因は頗る複雑であつて，塩類過多に基く直接的な生育障害の外に，塩害地の共通条件の一つである含塩地下水位の高位置の存在に基く障害もある．更にかかる排水不良の水田では硫化物の異常集積を生じている場合も多く，可溶性硫化物や硫化水素による生育障害も少くないことを認めた．

因つて水稲生育に及ぼすこれらの各因子の影響を比較考究する目的で，(1) 塩類過多の判定基準として土壌の塩素含量及び伝導度，(2) 硫化物の異常集積を生じている場合は incubate せる試料は特殊強酸性土壌に転ずることより硫化物集積の間接的判定の資料としての土壌の pH 価，(3) 地下水位及びその塩素含量，以上の測定値と水稲収量との関係を求めた．その成績は Table 3～Table 7 に示す通りである．

Table 3. Salt Content and Conductivity of Paddy Soils.
(1) Coast of Kojima Bay, Okayama Pref. (1951—52)

| Soil | pH air dry soil | Soluble salts | | Conductivity of sat. ext. millimhos /cm | Texture & Saturation percentage | Ground water | | Yield of rice Koku per tan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cl % | Total solid % | | | water level cm | Cl % | |
| Sanban | | | | | | | | |
| 4—1 | 6.3 | 0.033 | 0.103 | 3.52 | L, 51.3 | 86 | 0.175 | 2.8 |
| 5—1 | 6.1 | 0.033 | 0.079 | 2.36 | L, 52.1 | 62 | 0.126 | 2.75 |
| 6—1 | 5.5 | 0.031 | 0.080 | 3.22 | S L, 44.1 | 82 | 0.220 | 2.87 |
| 8—1 | 5.0 | 0.174 | 0.432 | 7.90 | C L, 64.8 | 85 | 0.296 | 2.6 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11—1 | 5.4 | 0.270 | 0.715 | 12.90 | L, 61.5 | 25 | 0.337 | 1.6 |
| 12—1 | 4.7 | 0.188 | 0.424 | 10.75 | L, 54.1 | 31 | 0.388 | 2 0 |
| 13—1 | 5.4 | 0.091 | 0.244 | 4.40 | L, 63.8 | 76 | 0.643 | 2.0 |
| Okita | | | | | | | | |
| 1—1 | 5.4 | 0.064 | 0.175 | 4.12 | L, 51.5 | 85 | 0.710 | 2.75 |
| 2—1 | 5.2 | 0.157 | 0.347 | 8.52 | L, 56.0 | 80 | 0.890 | 2.00 |
| 4—1 | 5.1 | 0.456 | 1.220 | 23.34 | C L, 63.1 | 42 | 0.490 | 1.2 |
| 5—1 | 4.5 | 0.359 | 1.071 | 12.67 | C L, 57.0 | 10 | 0.300 | 0.4　0.8 |
| 8—1 | 5.2 | 0.175 | 0.312 | 10.34 | C L, 59.3 | 59 | 0.660 | 1.2 |
| Mitsumasa | | | | | | | | |
| 2—1 | 4.9 | 0.053 | 0.130 | 4.40 | L, 50.5 | 68 | 0.609 | 2.2 |
| 3—1 | 5.6 | 0.053 | 0.120 | 3.28 | S L, 46.4 | 85 | 0.446 | 2.3 |
| 4—1 | 4.7 | 0.085 | 0.204 | 5.36 | L, 51.5 | 60 | 0.735 | 2.4 |
| 5—1 | 5.1 | 0.049 | 0.176 | 4.55 | L, 51.2 | 62 | 0.139 | 2.4 |
| 6—1 | 5.1 | 0.042 | 0.076 | 3.55 | S, 40.1 | 65 | 0.531 | 2.75 |
| 7—1 | 5.2 | 0.011 | 0.086 | 1.43 | L, 53.0 | 87 | 0.031 | 3.1 |
| 10—1 | 4.9 | 0.018 | 0.060 | 1.43 | C L, 59.2 | 72 | 0.014 | 2.7 |
| Tsuda | | | | | | | | |
| 2—1 | 4.1 | 0.410 | 0.898 | 20.16 | C L, 63.8 | 34 | 0.895 | 0.25 |
| 3—1 | 4.8 | 0.078 | 0.292 | 8.79 | S L, 45.9 | 42 | 0.289 | 1.0 |
| 4—1 | 5.3 | 0.533 | 1.508 | 28.32 | C L, 59.6 | 59 | 0.755 | 1.2 |
| 6—1 | 5.3 | 0.226 | 0.540 | 13.34 | L, 55.3 | 83 | 0.214 | 2.2 |
| 7—1 | 5.0 | 0.039 | 0.824 | 8.27 | L, 50.9 | 54 | 0.017 | 2.4 |
| 8—1 | 4.6 | 0.018 | 0.110 | 1.99 | L, 58.0 | 71 | 0.170 | 2.6 |
| Kyuban | | | | | | | | |
| 1—1 | 4.8 | 0.430 | 1.051 | 29.53 | L, 48.5 | 25 | 1.294 | 0 |
| 3—1 | 4.6 | 0.226 | 0.440 | 10.46 | L, 61.8 | 62 | 0.505 | 1.5 |
| 5—1 | 5.9 | 0.042 | 0.174 | 2.98 | S L, 45.8 | 51 | 0.079 | 2.0 |
| 6—1 | 5.3 | 0.070 | 0.206 | 4.21 | L, 64.5 | 49 | 0.316 | 2.7 |
| 7—1 | 6.5 | 0.021 | 0.114 | 2.45 | S L, 44.0 | 35 | 0.007 | 1.9 |
| 9—1 | 5.8 | 0.014 | 0.074 | 1.37 | S L, 46.5 | 49 | 0.028 | 2.6 |
| Saidaiji | | | | | | | | |
| 1—1 | 5.3 | 0.516 | 1.064 | 27.38 | S L, 47.4 | 20 | 0.406 | 0.4 |
| 3—1 | 5.4 | 0.011 | 0.072 | 0.85 | L, 57.4 | 38 | 0.014 | 2.4 |
| 4—1 | 5.8 | 0.032 | 0.150 | 4.17 | L, 49.7 | 24 | 0.198 | 2.2 |
| 5—1 | 5.3 | 0.014 | 0.096 | 2.41 | L, 47.0 | 37 | 0.039 | 2.75 |
| 6—1 | 6.6 | 0.014 | 0.104 | 2.06 | L, 56.2 | 76 | 0.007 | 2.8 |
| 7—1 | 4.6 | 0.014 | 0.122 | 2.28 | SiL, 51.5 | 77 | 0.021 | 2.6 |
| 8—1 | 5.1 | 0.007 | 0.108 | 1.56 | L, 47.6 | 59 | 0.016 | 2.8 |
| 9—1 | 5.5 | 0.014 | 0.074 | 2.13 | SiL, 59.3 | 80 | 0.076 | 3.0 |
| Kojima | | | | | | | | |
| 3—1 | 4.9 | 0.035 | 0.128 | 2.39 | L, 54.9 | 65 | 0.346 | 2.4 |
| 9—1 | 6.6 | 0.011 | 0.030 | 0.74 | SiL, 46.8 | 63 | 0.035 | 2.6 |
| 11—1 | 5.0 | 0.049 | 0.206 | 3.65 | L, 56.7 | 61 | 0.141 | 2.2 |
| 13—1 | 5.5 | 0.018 | 0.070 | 1.82 | L, 54.8 | 57 | 0.113 | 2.6 |

Table 4. Salt Content and Conductivity of Paddy Soils.
(2) Coast near the estuary of Hino River, Yamaguchi Pref. (1953)

| Soil | Cl % | Conductivity of sat. ext. millimhos /cm | Texture & Saturation percentage | Ground water | | Yield of rice Koku per tan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | water level cm | Cl % | |
| Natajima | | | | | | |
| 1—1 | 0.248 | 16.57 | L, 51.4 | 30 | 0.061 | 1.3 |
| Yoshikawa | | | | | | |
| 1—1 | 0.364 | 21.66 | C, 75.2 | 0 | 0.297 | 0 |
| 7—1 | 0.177 | 12.50 | SiL, 51.2 | 47 | 0.452 | 0.4 |

Table 5. Salt Content and Conductivity of Paddy Soils.
(3) Coast near the estuary of Yoshino River, Tokushima Pref. (1953)

| Soil | pH incubated soil | Cl % | Conductivity of sat. ext. millimhos /cm | Texture & Saturation percentage | Ground water | | Yield of rice Koku per tan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | water level cm | Cl % | |
| Tokushima | | | | | | | |
| 1—1 | 5.3 | 0.082 | 6.94 | S L, 43.6 | 36 | 0.105 | 1.5 |
| 2—1 | 4.0 | 0.234 | 15.80 | S L, 45.7 | 39 | 0.326 | 0.6 |
| 3—1 | 5.3 | 0.050 | 4.49 | SiL, 47.2 | 47 | 0.120 | 0.27 |
| 4 1 | 5.7 | 0.135 | 6.81 | C L, 63.0 | 58 | 0.012 | 2.1 |
| 5—1 | 5.8 | 0.255 | 10.45 | C L, 58.7 | 55 | 0.942 | 0.5 |
| 6—1 | 3.7 | 0.082 | 5.83 | L, 44.3 | 54 | 0.072 | 1.2 |
| 7—1 | 6.5 | 0.021 | 2.17 | S L, 40.5 | — | — | 2.1 |
| 8—1 | 6.3 | 0.028 | 3.70 | L, 55.7 | — | — | 1.2 |
| 9—1 | 6.5 | 0.298 | 13.88 | C L, 59.1 | 43 | 0.023 | 1.7 |
| 10—1 | 4.7 | 0.067 | 6.35 | S L, 41.6 | 56 | 0.631 | 0.6 |
| 11—1 | 3.8 | 0.465 | 25.47 | S, 39.0 | 45 | 1.231 | 0 |
| 12—1 | 4.1 | 0.014 | 8.39 | S, 34.3 | 32 | 0.076 | 1.6 |
| Komatsujima | | | | | | | |
| 1—1 | 4.1 | 0.025 | 2.61 | C L, 66.0 | 40 | 0.014 | 1.2 |
| 2—1 | 4.9 | 0.099 | 4.60 | L, 53.8 | 48 | 0.004 | 1.5 |
| 3—1 | 4.1 | 0.461 | 28.88 | L, 45.2 | 67 | 0.714 | 0.4 |
| 4—1 | 5.6 | 0.064 | 6.06 | S L, 42.9 | 45 | 0.016 | 1.0 |
| 6—1 | 5.6 | 0.028 | 1.91 | SiL, 47.7 | — | — | 2.3 |
| 7—1 | 5.2 | 0.053 | 2.73 | SiL, 52.0 | 68 | 0.002 | 1.8 |
| Naruto | | | | | | | |
| 1—1 | 5.5 | 0.007 | 1.91 | S L, 33.0 | 68 | 0.014 | 1.8 |
| 3—1 | 5.6 | 0.021 | 2.48 | S L, 44.9 | 85 | 0.014 | 2.0 |
| 4—1 | 5.5 | 0.053 | 4.60 | S, 30.1 | 57 | 0.120 | 2.5 |
| 5—1 | 6.1 | 0.011 | 1.50 | S L, 36.8 | 47 | 0.012 | 0.7 |
| 6—1 | 5.6 | 0.007 | 2.5 | S, 28.6 | 70 | 0.010 | 2.5 (麦) |
| Matsushige | | | | | | | |
| 1—1 | 4.1 | 0.035 | 5.09 | S, 30.9 | 58 | 0.960 | 0 |
| 2—1 | 3.7 | 0.046 | 4.55 | L, 51.7 | 57 | 0.032 | 2.4 |
| 3—1 | 5.0 | 0.050 | 6.56 | S, 27.5 | 57 | 0.056 | 0.6 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4—1 | 5.3 | 0.163 | 15.58 | S, 31.0 | 45 | 0.292 | 0.9 |
| 5—1 | 4.4 | 0.028 | 2.36 | S, 29.7 | 35 | 0.010 | 0 |
| 6—1 | 4.8 | 0.131 | 6.06 | L, 51.6 | 42 | 0.078 | 1.4 |
| Kawauchi | | | | | | | |
| 1—1 | 5.3 | 0.046 | 2.67 | C L, 59.6 | 78 | — | 3.0 |
| 2—1 | 5.3 | 0.089 | 4.96 | C L, 75.1 | 63 | 0.008 | 2.5 |
| 3—1 | 4.7 | 0.071 | 3.52 | C L, 75.8 | 65 | 0.028 | 2.0 |
| 4—1 | 4.3 | 0.021 | 2.93 | S, 29.6 | 82 | 0.058 | 1.0 |
| 5—1 | 3.8 | 2.074 | 36.00 | S, 34.2 | 58 | 1.292 | 0 |
| 6—1 | 4.5 | 0.138 | 9.42 | S, 30.9 | 68 | 0.718 | 0 |
| Ōtsu | | | | | | | |
| 1—1 | 5.1 | 0.170 | 10.32 | L, 51.5 | 40 | 0.280 | 0.35 |
| 2—1 | 2.2 | 0.191 | 11.21 | L, 60.4 | 50 | 0.584 | 0.4 |
| 3—1 | 5.0 | 0.269 | 15.58 | SiL, 56.8 | 50 | 1.445 | 1.2 |
| 4—1 | 5.0 | 0.284 | 12.11 | S, 35.6 | 65 | 1.066 | 0.5 |
| 5—1 | 4.2 | 0.128 | 8.79 | L, 55.8 | 57 | 1.190 | 1.2 |
| 6—1 | 5.3 | 0.071 | 6.67 | L, 54.5 | 75 | 0.397 | 1.6 |
| 7—1 | 5.6 | 0.028 | 2.58 | C L, 57.6 | 70 | 0.045 | 2.3 |
| Kitajima | | | | | | | |
| 1—1 | — | 0.142 | 9.91 | S L, 42.0 | 68 | 0.164 | 1.6 |
| 2—1 | — | 0.011 | 1.58 | L, 53.1 | — | — | 2.65 |
| 3—1 | 4.7 | 0.043 | 5.01 | SiL, 52.6 | — | — | 2.1 |
| 4—1 | 4.6 | 0.174 | 12.90 | S, 33.5 | 28 | 0.564 | 2.0 |
| 5—1 | 4.7 | 0.121 | 7.69 | C L, 67.4 | 37 | 0.088 | 2.1 |
| 6—1 | 2.9 | 0.057 | 8.39 | S, 27.0 | 40 | 0.544 | 1.0 |
| 7—1 | 5.3 | 0.277 | 16.83 | SiL, 58.7 | 90 | 1.242 | 1.2 |
| 8—1 | — | 0.025 | 2.93 | S, 30.4 | 50 | 0.356 | 1.7 |

Table 6. Salt Content and Conductivity of Paddy Soils.
(4) Coast of Tosa Bay, Kōchi Pref. (1952)

| Soil | pH incubated soil | Cl % | Conductivity of sat. ext. millimhos /cm | Texture & Saturation percentage | Ground water | | Yield of rice Koku per tan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | water level cm | Cl % | |
| Kōchi | | | | | | | |
| 11—1 | 4.7 | 0.310 | 16.47 | L, 49.7 | 58 | 0.848 | 1.3 |
| 15—1 | 3.7 | 0.116 | 11.91 | L, 45.5 | 40 | 0.150 | 0.9 |
| 23—1 | 6.1 | 0.528 | 23.53 | SiL, 58.8 | 68 | 1.149 | 1.6 |
| 27—1 | 4.5 | 0.109 | 9.53 | S L, 45.1 | 54 | 0.794 | 1.2 |
| 31—1 | 4.3 | 0.201 | 10.03 | SiL, 55.2 | 60 | 0.754 | 0 |
| 36—1 | 4.6 | 0.238 | 13.83 | C L, 58.7 | 52 | 0.830 | 2.3 |
| Inahu | | | | | | | |
| 2—1 | 4.5 | 0.007 | 2.10 | C L, 59.0 | 45 | 0.003 | 0.4 |
| Yoshikawa | | | | | | | |
| 2—1 | 5.4 | 0.142 | 7.20 | L, 50.6 | 95 | 0.116 | 1.5 |
| 3—1 | 4.5 | 0.021 | 2.54 | C L, 58.7 | 38 | 0.010 | 0.3 |
| Ōtsu | | | | | | | |
| 1—1 | 4.5 | 0.136 | 8.57 | C L, 59.7 | 42 | — | 0.8 |

Table 7. Salt Content and Conductivity of Paddy Soils
(5) Imabari, Saijo and Niihama, Ehime Pref. (1953)

| Soil | pH incubated soil | Cl % | Conductivity of sat. ext. millimhos /cm | Texture & Saturation percentage | Ground water | | Yield of rice Koku per tan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | water level cm | Cl % | |
| Imabari | | | | | | | |
| 1—1 | 2.7 | 0.128 | 11.05 | L, 46.2 | 52 | 0.037 | 0 |
| 4—1 | 4.9 | 0.028 | 3.38 | S L, 35.0 | 38 | 0.044 | 1.2 |
| Tomita | | | | | | | |
| 1—1 | 5.1 | 0.106 | 11.39 | S, 41.1 | 22 | 0.047 | 0.97 |
| 2—1 | 5.1 | 0.014 | 2.39 | S, 37.0 | 22 | 0.047 | 1.48 |
| 3—1 | 5.0 | 0.032 | 3.98 | S, 34.5 | 21 | 0.124 | 1.15 |
| 4—1 | 5.0 | 0.014 | 1.65 | L, 42.5 | 45 | 0.005 | 2.3 |
| Kusuka | | | | | | | |
| 1—1 | 4.1 | 0.312 | 23.32 | L, 52.7 | 74 | 0.573 | 1.6 |
| 4—1 | 5.4 | 0.050 | 5.78 | S L, 46.6 | 48 | 0.084 | 1.5 |
| Kuniyasu | | | | | | | |
| 1—1 | 4.0 | 0.089 | 10.75 | S L, 48.7 | — | 0.168 | 1.2 |
| 2—1 | 5.6 | 0.032 | 2.51 | L, 49.5 | 37 | 0.009 | 2.25 |
| 3—1 | 5.1 | 0.011 | 1.84 | S L, 46.1 | 52 | 0.042 | 2.25 |
| Niugawa | | | | | | | |
| 1—1 | 5.1 | 0.067 | 8.57 | L, 49.8 | — | — | 0.9 |
| 2—1 | 3.6 | 0.167 | 10.05 | L, 50.3 | 23 | 0.201 | 0.8 |
| 3—1 | 5.1 | 0.050 | 4.84 | L, 51.8 | 50 | 0.239 | 0.8 |
| 4—1 | 3.8 | 0.053 | 9.65 | L, 41.2 | — | — | 2.4 |
| 6—1 | 5.1 | 0.025 | 3.03 | S L, 51.8 | 42 | 0.533 | 2.4 |
| 7—1 | 3.8 | 0.074 | 6.00 | L, 46.5 | 30 | 0.037 | 1.2 |
| 8—1 | 5.2 | 0.106 | 7.24 | L, 54.4 | 0 | 0.106 | 1.2 |
| Saijyo | | | | | | | |
| 8—1 | 4.2 | 0.039 | 4.66 | S, 40.8 | 13 | 0.078 | 1.49 |
| 10—1 | 3.0 | 0.142 | 8.03 | SiL, 66.4 | 0 | 0.168 | 0.4 |
| 13—1 | — | 0.039 | 2.49 | SiL, 54.2 | 44 | 0.097 | 0.8 |
| Niihama | | | | | | | |
| 1—1 | 2.9 | 0.067 | 6.14 | C, 76.0 | 65 | 0.015 | 1.6 |
| 3—1 | — | 0.011 | 1.13 | S L, 42.2 | 150 | — | 2.4 |
| 4—1 | 4.0 | 0.188 | 12.90 | SiL, 62.2 | 42 | 0.139 | 1.3 |
| 5—1 | 4.7 | 0.025 | 1.84 | SiL, 56.3 | 51 | 0.009 | 1.85 |
| Takihama | | | | | | | |
| 1—1 | — | 0.528 | 34.72 | SiL, 52.2 | 0 | — | 0 |
| 2—1 | 4.0 | 0.050 | 4.18 | SiL, 42.5 | 41 | 0.018 | 1.5 |
| 3—1 | 2.9 | 0.085 | 5.95 | C L, 56.6 | 0 | — | 0 |
| 5—1 | 4.6 | 0.177 | 12.69 | S L, 43.3 | 34 | 0.175 | 0.6 |
| 6—1 | 3.6 | 0.131 | 13.58 | S L, 42.3 | 54 | 0.263 | 1.8 |
| 7—1 | 3.3 | 0.018 | 2.95 | C L, 59.7 | 53 | 0.004 | 2.4 |
| Kakiu | | | | | | | |
| 1—1 | — | 0.021 | 2.42 | S, 32.6 | 32 | 0.040 | 2.4 |
| 2—1 | 5.2 | 0.018 | 1.89 | S, 33.3 | 30 | 0.007 | 2.4 |
| 3—1 | 2.4 | 0.372 | 25.81 | L, 50.6 | 55 | 0.150 | 1.4 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sakurai | | | | | | | |
| 3—1 | 4.1 | 0.113 | 12.51 | S L, 38.3 | 0 | 0.161 | 0.6 |
| Yoshii | | | | | | | |
| 1—1 | — | 0.216 | 9.93 | C L, 59.4 | 36 | 1.051 | 0.4 |
| 2—1 | — | 0.018 | 1.91 | SiL, 46.2 | 40 | 0.051 | 1.7 |
| 3—1 | 4.4 | 0.021 | 1.84 | SiL, 51.2 | 55 | 0.013 | 2.0 |
| 4—1 | 3.9 | 0.053 | 3.33 | L, 47.6 | 46 | 0.073 | 2.4 |
| Kōzato | | | | | | | |
| 1—1 | 4.8 | 0.025 | 2.82 | S L, 37.9 | 18 | 0.345 | 2.45 |
| Miyoshi | | | | | | | |
| 1—1 | 4.7 | 0.018 | 2.42 | L, 47.0 | 32 | 0.004 | 1.6 |
| 2—1 | 5.5 | 0.028 | 2.60 | L, 48.7 | 47 | 0.022 | 1.4 |
| 3—1 | — | 0.025 | 2.76 | L, 47.0 | 40 | 0.015 | 1.5 |
| 4—1 | — | 0.014 | 2.19 | L, 53.5 | 65 | 0.007 | 1.6 |

土壌の反応，含塩量及び地下水の状態は地域によつて，更に同一地域内においても個々の地点によつて可なりの差異があり，従つて水稲の反当収量にも大差が認められる．而して各地域別にみた土壌及び田面水の塩素含量，湛水土壌及び incubate せる土壌の間の反応の変化，とくに特殊酸性土壌の分布等の詳細は既報[9]の通りである．又 Table 3～Table 7 の成績より明かな如く，土壌の塩素含量と伝導度の間には可なりの相関々係が認められる．而して伝導度と水稲収量との関係，とくに塩害の判定の指標としての伝導度の意義につては次章で考察する．

## Ⅳ．塩害の判定の指標としての電気伝導度の意義

前記の如く，いわゆる塩害の発生の機作は頗る複雑で，Table 3～Table 7 の成績を検討する場合も水稲の収量は各種の因子によつて制約され，従つて単一の因子のみを基準として塩害程度を判定することは不可能であることが判る．而して問題を単一化する意味から，一応塩害の原因を塩類過多に基づく生育阻害と云う点のみに限定して，以下考察を試みる．

培地の塩類過多に起因する直接的な塩害の機作には (1) 土壌溶液の滲透圧の増加による植物根の水分吸収の阻害を結果する塩類の直接的な物理的作用，(2) 過量の塩分を溶存する土壌溶液からの特殊イオンの異常吸収，即ち特殊イオンの植物体内における異常集積に基く栄養と代謝の阻害を結果する塩類の直接的な化学的作用，以上の 2 つが指摘できる．而してこの両因子の何れが主原因をなすかは構成イオンの質に左右され，特殊な有害イオンの存在の下では (2) の化学的作用が制約因子となるが，然らざる場合は，何れかと云へば (1) が主で (2) は従の関係が成立すると考える．このことは NaCl 又は $Na_2SO_4$ の如き中性塩類の単一塩類又は若干の塩類混合物を用いての栽培試験において，植生に及ぼす相対的有害度は，個々の塩類に関しては略々土壌溶液中の塩類濃度に比例する事実によつても明白である．但し塩類を異にすると，濃度と有害度が必ずしも一致しないのは，個々のイオンの化学的作用に差異のある証拠である．従つて塩類の直接的害作用は濃度$+\alpha$の現象と解釈すべきで，且つ$\alpha$の値はイオンの種類によつて異るのみならず，又植物によつても異なるものである．

Hayward 及び Spurr (1943) は $CaCl_2$, NaCl 及び $Na_2SO_4$ の水溶液を等滲透圧に保つときは，水分吸収と植生に略々同じ制約を生じることを認めたが，他方これらの塩類を同じ重量濃度で比較すると若干の差を生じ，NaCl は $Na_2SO_4$ に比べて有害作用は大で，その理由の一つとして滲

透圧の差が指摘されている．

従来土壌の研究においては習慣的に塩類濃度を乾土に対する重量パーセント又は p. p. m. 単位で示しているが，本表示法には次の2つの欠点が指摘されている．その第一は，圃場状態においては土性，腐植含量等によつて土壌の水分状態に差のあること，第二は塩類の種類が異なると同一濃度においても土壌溶液の滲透圧に差のあること，以上の2点である．

而して塩類溶液の電気伝導度は滲透圧と同じく単位容積の水中に溶存するイオン数に規定され，米国地域塩害研究所の報告によると平均して土壌溶液の滲透圧は millimhos/cm 単位で表わした伝導度の約36%に相当している．即ち

$$滲透圧 = 0.36 \times EC \times 10^3$$

従つて飽和浸出液の伝導度が 10 millimhos/cm の場合は，浸出液の滲透圧は約3.6気圧に相当する．而して圃場容水量は飽水状態で含まれる水分の約 1/2 であるから，この場合圃場容水量における土壌溶液中の滲透圧は約7.2気圧に当ると云う．

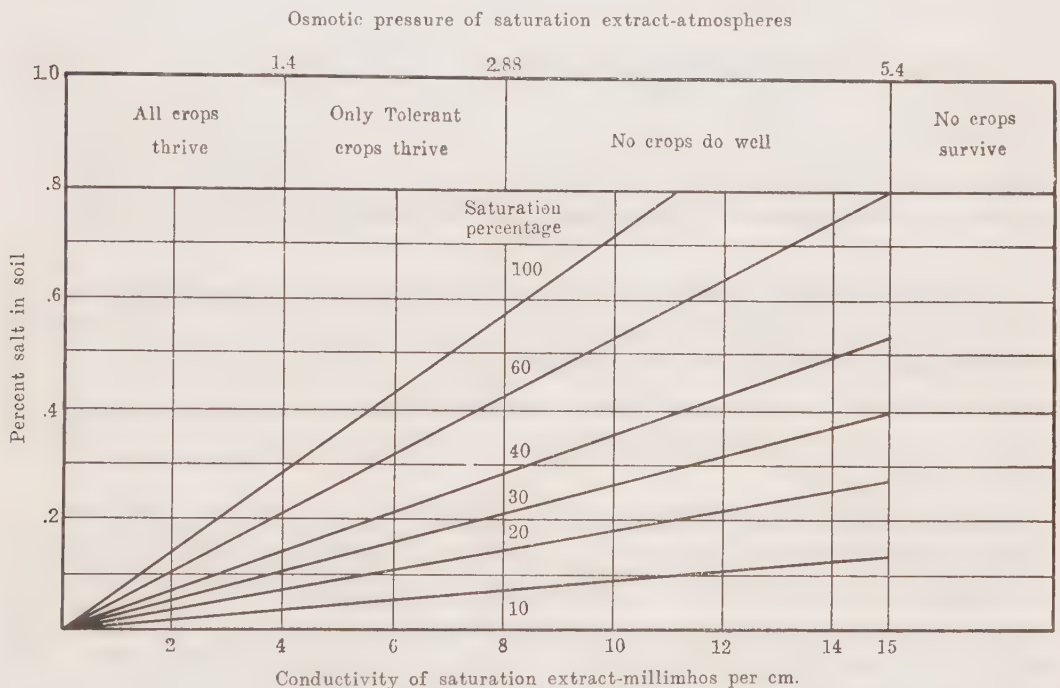
更に同研究所においては作物生育と土壌の含塩度の関係を一目して関連づける目的で Fig. 1 の如き図表を作製している．



Fig. 1　Graphical representation of the relation of plant growth to the conductivity and osmotic pressure of the saturation extract and to the per cent of salt in soil. (Drawn from "IRRIGATED SOILS.")

Fig. 1の下の横軸には植生と関連しての土壌含塩度の一般的限界を飽和浸出液の伝導度で示し，上の横軸には塩害徴候によつて分けた各段階の境界線における飽和浸出液の滲透圧を示している．又対角線は土壌容水量の大小を考慮して，個々の試料について飽和浸出液の伝導度と土壌の含塩量の百分率を関係づける線である．

本図によつて土壌試料の分析結果を解明できるが，1例を示すと，土壌の飽和容水量が60%，伝導度が 7 millimhos/cm の場合は，その土壌では耐塩性作物の生育のみが可能で，重量単位で

0.38%の塩分を含有し，且つ浸出液の滲透圧は2.5気圧に相当している．

筆者等は上記の図表で示されている伝導度と植生の関係が塩害地の水田に如何なる程度迄適用しうるかを判定する目的で，Table 3～Table 7 の成績から伝導度と水稲収量との関係を求めたが，その成績は Table 8 に示す通りである．

Table 8. Relation Between Conductivity of Paddy Soils and Yield of Rice.
(Percentage of soil samples)

| Yield of rice / pH of soil / Conductivity of sat. ext. | 0—1.0 Koku per tan | | 1.0—2.0 Koku per tan | | 2.0—2.5 Koku per tan | | 2.5—3.5 Koku per tan | | Sum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.5< | 4.5> | 4.5< | 4.5> | 4.5< | 4.5> | 4.5< | 4.5> | 4.5< | 4.5> |
| | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| 0—4 millimhos/cm | 1.3 | 1.3 | 8.7 | 1.3 | 12.0 | 2.0 | 12.0 | 0 | 34.0 | 4.6 |
| 4—8 millimhos/cm | 2.7 | 2.7 | 6.0 | 3.3 | 4.0 | 2.0 | 2.7 | 0.7 | 15.4 | 8.7 |
| 8—15 millimhos/cm | 6.0 | 5.3 | 2.0 | 6.7 | 4.0 | 0.7 | 0 | 0 | 12.0 | 12.7 |
| 15 milllimhos/cm< | 3.3 | 3.3 | 4.7 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.0 | 4.6 |
| Sum | 13.3 | 12.6 | 21.4 | 12.6 | 20.0 | 4.7 | 14.7 | 0.7 | 69.4 | 30.6 |

本表においては水稲の生育阻害の強弱の目安として反収を基準にとり，A：0－1.0石，B：1.0－2.0石，C：2.0－2.5石，D：2.5－3.5石の4段階に分ち，その各段階について飽和浸出液の伝導度が 0－4，4－8，8－15，15 millimhos/cm 以上を示す試料数の全試料数に対する百分率を求めた．且つ特殊酸性土壌においては塩類過多に加えて硫化物の害作用が大きい点に鑑み，各段階につき，夫々 pH 4.5 以上の場合と，pH 4.5 以下の場合に2区分して，その百分率を示した．

先づ収量と伝導度の関係をみるに，反収 1.0石以下の土壌においては，伝導度が 8 millimhos/cm 以上の試料の百分率は，それ以下の試料の倍以上の値を示しているが，反収の増加に伴つて 8 millimhos/cm 以下を示す試料の割合が次第に増大し，反収 2.0－2.5石の範囲の試料では 15 millimhos/cm 以上の試料は，又反収 2.5－3.5石の範囲の試料では 8 millimhos/cm 以上の試料は皆無となつている．即ち土壌溶液の伝導度と水稲収量との間には可なりの相関々係の成立することが判る．

次に土壌の反応と収量との関係をみるに，反収 1.0石以下の土壌においては，pH 4.5 以上の試料と，以下の試料は略々同じ割合を占め，この種の水田には硫化物の集積の多い特殊酸性土壌の分布の少くないことを示唆する一方，反収の増加に伴つて pH 4.5 以下の試料の割合は次第に減少し，とくに反収 2.5石以上の水田では試料23点中僅か1点をみるに過ぎない．従つて土壌の反応，換言すれば硫化物の異常集積と水稲の生育障害との間にも或る程度の相関々係が示されている．

而して硫化物の異常集積を示す土壌の風乾試料においては，硫化物の酸化生成物としての可溶性硫酸塩を多量に含有している結果，伝導度の値も湛水下試料に比べて増大する．かくて土壌含塩度を伝導度で示すときは，そこに硫化物の集積程度も間接的に加味される結果となり，土壌の Cl 含量を基準とする場合に比べて，収量との間に一層密接な関係を示す結果となつている．

## V. 湛水下の水田土壌の電気伝導度の迅速測定法

本実験においては前記の如く，電気伝導度の測定は専ら米国地域塩害研究所で採用している

方法に準じて風乾土の飽和浸出液について行つた．而して湛水下の水田土壌を対象としての迅速測定において，新鮮土を直接供試する場合，如何なる条件で行うべきかを検討するため次の実験を行つた．

湛水下の試料を硝子罎に採取し，放置して，上透液を全く除去した後，試料を箆にて攪拌，捏和し，内容物をブフナー漏斗にて減圧濾過して得たる浸出浸について伝導度を測定する一方，試料の水分含量を定量した．別に同一試料の風乾土を用いて常法によつて飽和浸出液を調製し伝導度を測定した．この両試料についての測定値の比較成績を示せば Table 9 の通りである．

Table 9. Conductivity determined with Flooded Paddy Soil and Air Dry Soil.

| Soil No. | Locality | Depth cm | Conductivity of sat. ext. millimhos/cm | | Saturation percentage | | Remark |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | flooded soil | air dry soil | flooded soil | air dry soil | |
| 1 | Kojima 7 Polder A | 0—10 | 5.52 | 5.15 | 105.04 | 93.97 | Cultivated 2 years |
| 2 | Kojima 7 Polder B | 0—10 | 6.80 | 6.23 | 96.49 | 93.04 | 〃 〃 |
| 3 | Kojima 7 Polder C | 0—10 | 5.90 | 5.35 | 109.43 | 100.00 | 〃 1 year |
| 4 | Kojima 7 Polder D | 0—10 | 5.90 | 5.27 | 119.62 | 98.67 | 〃 〃 |
| 5 | Kojima 7 Polder E | 0—10 | 2.56 | 3.00 | 84.21 | 69.91 | 〃 5 years |
| 6 | Kojima 7 Polder F | 0—10 | 1.46 | 1.59 | 66.47 | 62.21 | 〃 〃 |
| 7 | Nadasaki-chō A | 0—10 | 2.14 | 1.84 | 101.74 | 87.86 | 〃 about 30 years |
| 8 | Nadasaki-chō B | 0—10 | 1.23 | 1.59 | 89.69 | 76.51 | 〃 〃 |

先づ両試料の飽和容水量を比較するに，新鮮土は風乾土に比べて，何れも若干高い値を示している．

筆者等も既報[10]の如く，干拓初期の海中に沈積せる泥土は高度の膨潤状態を呈し，最大容水量も著るしく大であるが，風乾処理の反復によつて土壌の最大容水量は新鮮土に比べて減少することを認めた．この傾向は Table 9 の成績にも示されており，同じく児島干拓7区の水田土壌でも開田後1〜2年目の No. 1〜4 試料の飽和容水量は，開田後5年を経た No. 5〜6 試料に比べて可なり高い値を示している．又夫々の試料においては新鮮土が風乾土に比べて高い値を示している．

而して伝導度は開田1〜2年目の試料では，むしろ新鮮土の浸出液が高い値を示すが，年次を経過した試料では反対の傾向が認められ，必ずしも一定していない．但し両側定値の差異は比較的僅少であつて，実用的にはそれ程問題にならない程度である．従つて迅速を要する場合は新鮮土を供試して飽和浸出液を調製することのできることを知つた．

尚供試土壌中 No. 5 及び 6 試料は，児島干拓7区中，A地区の水田試料で，昨年度より児島湾淡水湖より灌漑水を得ており，水稲生育も良好であるが，本土壌の含塩度は既に干拓後30年を経過した地区の水田と大差ないことは興味深い．但し No. 1〜4 試料は目下工事進行中のB地区内の試作田で，含塩度も前試料に比べて稍々多いことが判る．

## Ⅵ．摘要並びに結論

福田干拓地土壌及び塩害地の水田土壌を供試して，含塩度の判定法としての電気伝導度の測定法及びその意義につき研究した．

伝導度測定用の土壌浸出液を調製するには，先づ風乾細土に飽水状態に達する迄水を加えて

攪拌，捏和し，20—24時間放置した．次にブフナー漏斗を用いて濾過し，この飽和浸出液を用いて伝導度を測定した．又湛水下の水田土壌についての迅速測定には，新鮮土を直接供試して飽和浸出液を調製できることを知つた．

塩化物と硫酸塩の含量を異にする福田干拓地土壌の飽和浸出液の伝導度を millimhos/cm 単位で示した値（$mhos \times 10^3$）と 1：5 浸出液についての化学分析成績を比較した結果，両測定値の間には有意な関係のあること，及び本試料においてはむしろ伝導度の方が土壌の含塩度と植生の関係を考察する上に合理的であることを認めた．

飽和浸出液の伝導度は 1：5 浸出液の夫に比べて 5〜11 倍を示し，且つ飽和容水量は HILGARD 法の最大容水量に近似することを知つた．

塩害地水田土壌 150 点につき，伝導度及び土壌反応と水稲の反当收量の関係を求めた結果，伝導度と收量及び土壌反応と收量との間に一定の相関々係の成立すること，とくに伝導度と收量との間に密接な関係の存在することを明にした．

## 引　用　文　献


1) R. B. CAMPBELL, C. A. BOWER and L. A. RICHARDS (1948) : Soil Sci. Soc. Am., Proc., 13, 66—69.
2) O. C. MAGISTAD, R. F. REITEMEIER and L. V. WILCOX (1945) : Soil Sci., 59, 65—75.
3) D. W. THORNE and H. B. PETERSON (1950) : Irrigated Soils, Philadelphia & Toronto, Blakiston Co.
4) J. C. WILCOX (1947) : Soil Sci., 63 : 109—118.
5) A. J. ZUUR (1952) : Soil Sci., 74, 75—90.
6) 山崎伝，寺島政夫，荒川康雄（1954）：東海近畿農試研究報告栽培部，1，165—187.
7) 米田茂男，川田登（1953）：岡大農土肥研報告，2，1—20.
8) 米田茂男，川田登（1954）：岡大農土肥研報告，3，1—13.
9) 米田茂男，河内知道（1956）：岡大農土肥研報告，4，1—29.
10) 米田茂男，下瀬昇，河内知道（1956）：岡山農試臨報，54，1—20.
11) 河内知道，米田茂男（1957）：岡大農学術報告，10，11—18.

# 岡山県におけるナタネ子実の油脂性状に関する知見

篠崎侑一・大原幸子

## Some Knowledges on the Characteristics of the Rape Seed Oil in Okayama Prefecture

Yuichi SHINOZAKI and Sachiko ŌHARA

In this report, we dealt with some problems on the characteristics, mainly on the suitability of the raw material in edible oil manufacturing, of crude rape seed oil produced in Okayama prefecture, Japan.

The knowledges obtained are concised as following:

(1) The rape seed produced in the northern part of Okayama prefecture has generally a higher oil contents than that in the southern part. (from the result of the comparative investigation, since 1952, on the general characteristics of the rape seed, the raw material for small oil mills distributed over 21 places through the whole Okayama prefecture)

(2) The selected strain of "ISEGURO" (B. napus) attracts our attention because of their low Iodine Value and "KINKI No. 28" varieties because of its high oil contents.

(3) It is worth decision to adopt the best stage of harvest at 30 days after over the petal falling at the middle part of the main stem.

(4) We found that one kind of socalled "ETHIOPIA RAPE SEED" has some quite different properties from ordinary rape seed, namely B. napus or B. campestris.

We could clarify it as a mixture of B. juncea and B. carinata by means of the biological observation.

### I. 岡山県ナタネ子実の含油分について

著者は1952年以降3年間にわたつて岡山県下に散在する所謂山工場と呼称される小規模搾油工場において搾油原料として集荷された各地区産のナタネ子実について性状調査を行つた．その結果含油分についてみると Table 1 に示すようになり，これらの過半数のものは含油分 41 %以下であつて，これを当時食糧庁が買入参考資料として各食糧事務所を通じて集めた試料についての分析結果による等級別[1]と比較すると殆んどのものが格外品に下落する．因みに岡山県下で大量原料の買付けを行う所謂海工場の例として玉野市加藤製油所および岡山市日本興油工業株式会社における1952年度買付け原料の油分平均をみると40.9～42%であつた．このように著者らが調査した試料の含油分が少なかつた理由を考察すると，農村各地区に散在する小規模の搾油業者に提供されるナタネ子実は搾油によつて油粕と油とに加工され再び農家に還元されるものであつて，農家は主として粕を肥料（岡山県に於いては特にたばこ栽培用）として要求し油脂の要求を従としているため取扱いが粗雑となり，一方比較的均質のもののみが農林等級の検査をうけて大口買取りの対象になつていることが考えられる．

---

本報は岡山県下にて農村工業の対象となつたナタネ搾油の助成に関して行つた調査および実験結果より得た油脂化学的知見をまとめたものである．

今試料を採取地区別に比較すると，県南部地区のものが油分低く，県北部地区のものが油分高い傾向がみられる．又概して農林6号が含油分多く，農林9号が低い傾向であつた．

Table 1. Oil Content of the Rape Seeds for Commercial Use in Various Localities.

| Locality | Varieties | oil % | Moisture % |
|---|---|---|---|
| Aono-son, Shitsuki-gun | Norin No. 6, 3 | 46.00 | 8.40 |
| Kusama-son, Atetsu-gun | Norin No. 6 | 44.99 | 8.67 |
| Oosa-cho, 〃 | 〃 | 35.30 | 9.30 |
| Ukan-son, Jyobo-gun | 〃 | 41.43 | 7.91 |
| Sanyo-cho, akaiwa-gun | Norin No. 9 | 40.61 | 7.62 |
| Oku-cho, Oku-gun | 〃 | 40.26 | 7.42 |
| Wake-cho, Wake-gun | Norin No. 9* | 39.95 | 7.03 |
| Toji-cho, Kojima-gun | — | 38.78 | 7.90 |
| Nariha-cho, Kawakami-gun | — | 38.15 | 7.90 |
| Kawakami-cho, 〃 | Norin No. 6* | 40.20 | 8.00 |
| Kume-cho, Kumegun | Norin No. 9 | 37.78 | 8.91 |
| 〃 | Norin No. 6 | 40.60 | — |
| Asakuchi-gun & Tamashima | — | 35.85 | 8.90 |
| Ochiai-cho, Maniwa-gun | Norin No. 6 | 42.30 | 8.10 |
| Kagamino-cho, Tomata-gun | 〃 | 42.29 | 7.79 |
| Tsuyama | Norin No. 9 | 45.30 | — |
| Ooyoshi-son, Aida-gun | Norin No. 6, 3 | 41.79 | 9.10 |
| Sakuto-cho, 〃 | Norin No. 6 | 44.20 | 8.20 |
| Shokamo-cho, Katsuta-gun | — | 43.03 | 7.77 |
| Kurashiki | Norin No. 9 | 39.72 | 7.90 |
| Yakage-cho, Oda-gun | — | 39.11 | — |
| (Nō. kyo. Ren. Okayama) | Norin No. 6 | 42.49 | 7.85 |
| (Shiga Agr. Exp. Station) | 〃 | 43.03 | 6.98 |

* Admixed with varieties of Azuma

ここで著者等は1953年度に明確に管理された採種用種子27種につき，岡山大学農学部附属農場に於いてこれ等を栽培し，その油分およびその他の性状の比較を行つた．栽培試験を行つた場所は岡山市津島岡大農学部構内南2号圃場および水田で，土質は砂質壌土にて開墾後3年目のところであつた．定植時期は畑地のものは10月30日，水田のものは12月4日であつて，肥料として元肥に硫安10貫，過石10貫，塩加4貫を施用し，追肥として硫安5貫，下肥反当20荷ずつ4回施用した．栽植本数は反当2850本であつた．採取試料には同一品種中病虫害のない健全なもの80本を選び，落花終了後33日目を成熟期と定め刈取を行い，14～16日間室内コンクリート床上に蔭干して，各幹の中央枝の中間部6～10莢ずつ採取してこの種子につき分析を行い，又試験に供した播種用種子についても同様に分析を行つて比較した．結果は Table 2 および Table 3 に示したようであつた．尚各試料につき，水分（7.0～8.9%），油の屈折率（$n_D^{20}$ 1.4719～1.4725）および色相（ロビボンド比色計による）を測定したが，特に異常のものを認めなかつたので各個記載を省略する．

上記の成績の示す通り，同一管理下で栽培したとき，農林6号，農林9号のような既に岡山県下で普及している品種や，多収獲で定評のある近畿28号[2)]が特に含油分において優秀であつた．

Table 2. Oil Content in various Varieties of Rape Seeds.

| Varieties | Ripening | Appearance | Weight of 1000 grains (g) | Seeds of source Oil (%) | Seeds of product | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Field | | Paddy Field | |
| | | | | | Ripening period | Oil (%) | Ripening period | Oil (%) |
| Norin No. 1 | middle | black medium | 2.8 | 43.3 | June 1 | 42.9 | | |
| Norin No. 3 | middle | black small | 2.9 | 41.2 | June 8 | 41.6 | June 10 | 43.1 |
| Norin No. 6 A | early | brown medium | 3.6 | 43.1 | June 3 | 47.7 | | |
| Norin No. 6 B | | | 3.4 | 42.5 | June 6 | 41.4 | June 5 | 41.6 |
| Norin No. 6 C | | | 3.8 | 40.6 | June 6 | 44.3 | | |
| Norin No. 9 A | middle | brown small | 3.0 | 48.4 | June 7 | 47.6 | | |
| Norin No. 9 B | | | 2.9 | 40.6 | June 6 | 40.3 | June 9 | 43.2 |
| Norin No. 14 | early | black medium | 3.2 | 41.7 | June 4 | 42.9 | June 6 | 42.4 |
| Norin No. 15 | | brown medium | 3.2 | 42.1 | May 27 | 42.7 | June 5 | 42.4 |
| Norin No. 16 | middle | black medium | 3.1 | 43.7 | May 31 | 43.9 | June 1 | 43.6 |
| Norin No. 17 | early | black large | 3.2 | 43.3 | June 6 | 42.8 | June 6 | 42.3 |
| Norin No. 19 | early | black large | 4.2 | 44.4 | June 6 | 41.0 | June 6 | 41.7 |
| Norin No. 21 | middle | black medium | 3.2 | 42.6 | June 7 | 42.9 | June 9 | 42.1 |
| Kinki No. 28 | | black large | 3.6 | 45.1 | June 2 | 47.5 | June 4 | 47.0 |
| Kinki No. 29 | | black medium | 3.4 | 44.7 | June 8 | 43.1 | June 10 | 43.4 |
| Kinki No. 32 | early | black large | 3.8 | 42.0 | May 31 | 40.3 | June 3 | 41.3 |
| Kyusyu No. 31 | | black medium | 3.2 | 40.9 | June 7 | 39.8 | June 9 | 41.4 |
| Kyusyu No. 33 | | black medium | 3.0 | 41.8 | June 4 | 42.2 | June 7 | 41.7 |
| Iseguro No. 1 | middle | black medium | 2.9 | 40.5 | June 8 | 41.9 | June 8 | 42.1 |
| Iseguro No. 8 | | black large | 3.9 | 40.2 | June 4 | 40.9 | June 6 | 41.2 |
| Iseguro sp. | | black medium | 3.2 | 45.9 | June 6 | 39.1 | June 6 | 40.2 |
| Tokai No. 1 | middle | black medium | 3.6 | 41.9 | June 8 | 41.6 | June 8 | 40.5 |
| Hokuroku No. 28 | | black medium | 3.0 | 37.6 | June 4 | 40.3 | June 7 | 39.9 |
| Daichosen No. 33 | late | brown medium | 2.9 | 42.8 | June 10 | 42.7 | June 12 | 40.4 |
| Kasuya | late | brown small | 2.8 | 41.2 | June 9 | 40.9 | June 11 | 42.1 |
| Tikushi | middle | brown medium | 3.2 | 38.4 | June 8 | 40.4 | June 10 | 41.3 |
| Azuma | middle | black medium | 3.2 | 35.3 | June 8 | 39.1 | June 8 | 40.6 |

これに対し農林19号（むらさきなたね），伊勢黒のような暖地向の品種が不良であつた．又筑紫および吾妻のような岡山県下に古くから栽培されている品種では，播種種子の含油分に比べて収穫種子の含油分が著しく増加した．このことは極めて興味ある事実である．

次に Table-3 の結果からみると，油分収量は概して水田裏作のものが畑作のものより僅かに多い傾向が認められる[3]．酸価は畑作，水田裏作の如何にかゝわらず 0.85～1.88の間にあり，又ケン化価も172～180の間にあつて品種間に著しい差異は認められなかつた．然るにヨー素価においては伊勢黒系は三品種ともに他品種より明らかに低い値を示した．これに対し筑紫，粕屋種，吾妻のような比較的古い分系種は共に著しく高い値を示した．ナタネ油が工業用油として取引される際，ヨウ素価はその商品価値を左右するため，ヨウ素価の低い油を生産する品種が重要視される．この点伊勢黒系のものには注目すべきものがある．

Table 3. Oil Characteristics of various Varieties of Rape Seeds.

| Varieties | Field | | | | Paddy Field | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Yield(%) | A. V. | S. V. | I. V. | Yield(%) | A. V. | S. V. | I. V. |
| Norin No. 3 | 41.6 | 0.88 | 174.0 | 104.8 | 43.1 | 1.17 | 172.4 | 104.0 |
| Norin No. 6 | 40.4 | 1.88 | 171.0 | 104.8 | 41.6 | 1.22 | 173.1 | 103.0 |
| Norin No. 9 | 40.3 | 1.24 | 175.0 | 104.9 | 43.2 | 1.21 | 175.5 | 106.8 |
| Norin No. 14 | 42.9 | 1.10 | 174.5 | 104.8 | 42.4 | 1.13 | 172.0 | 102.1 |
| Norin No. 15 | 42.7 | 1.56 | 171.2 | 105.8 | 42.4 | 1.24 | 176.3 | 106.0 |
| Norin No. 16 | 43.9 | 1.86 | 170.5 | 103.8 | 43.6 | 1.46 | 173.2 | 108.0 |
| Norin No. 17 | 42.8 | 1.24 | 168.0 | 103.8 | 42.3 | 0.98 | 172.0 | 104.2 |
| Norin No. 19 | 41.0 | 0.51 | 168.8 | 104.9 | 41.9 | 1.03 | 175.1 | 104.9 |
| Norin No. 21 | 42.9 | 1.08 | 173.3 | 104.8 | 42.1 | 1.10 | 176.1 | 107.5 |
| Kinki No. 28 | 47.5 | 1.17 | 171.0 | 105.8 | 47.0 | 1.21 | 173.3 | 102.0 |
| Kinki No. 29 | 43.1 | 1.06 | 172.5 | 104.0 | 43.4 | 1.32 | 174.5 | 101.5 |
| Kinki No. 32 | 40.3 | 1.45 | 170.3 | 105.8 | 41.3 | 1.33 | 175.0 | 105.6 |
| Kyusyu No. 31 | 39.8 | 1.12 | 172.0 | 106.9 | 41.4 | 1.22 | 174.2 | 107.9 |
| Kyusyu No. 33 | 42.2 | 0.85 | 168.4 | 105.8 | 41.7 | 1.14 | 173.0 | 101.2 |
| Iseguro No. 1 | 41.0 | 1.54 | 171.0 | 99.6 | 41.1 | 1.16 | 175.0 | 100.3 |
| Iseguro No. 8 | 39.1 | 1.14 | 172.0 | | 40.2 | 1.29 | 175.2 | 100.5 |
| Iseguro sp. | 41.9 | 1.42 | 169.8 | 102.2 | 42.1 | 1.21 | 174.3 | 100.4 |
| Tokai No. 1 | 41.6 | 1.00 | 174.3 | 106.0 | 40.5 | 1.12 | 172.0 | 103.4 |
| Hokuroku No. 28 | 40.3 | 1.53 | 176.3 | 107.9 | 39.9 | 1.34 | 173.9 | 102.7 |
| Daichosen No. 33 | 42.7 | 1.25 | 174.4 | 108.9 | 40.4 | 1.18 | 172.5 | 105.2 |
| Tikushi | 40.4 | 1.07 | 170.5 | 112.0 | 41.3 | 0.98 | 172.3 | 113.2 |
| Kasuya | 40.9 | 0.83 | 169.6 | 111.6 | 42.1 | 1.01 | 173.7 | 112.8 |
| Azuma | 39.1 | 1.25 | 169.0 | 109.6 | 40.6 | 1.16 | 170.5 | 113.0 |

## II. 成熟期[4]とヨウ素価について

試験において成熟期をあらかじめ落花終了後30日に定めて各品種共に一勢に刈取りを行つた場合，特に伊勢黒種が他の品種に比べてヨウ素価の低いことを認めたが，一般にナタネの成熟に伴いヨウ素価の変化が起ることは周知のことである．

そこで著者等は伊勢黒種と大朝鮮33号とについて成熟期の前後における性状変化の比較を行つた．調査は1955年5月から7月にわたつて行つたものであつて，肥培管理は前記と同様である．分析試料は採種後，莢部外面の水分だけを除去した後その子実部を採り直ちに性状分析に附した．これと同時に同試料を3週間蔭干にした後同様の分析を行つて比較した．遊離糖類の消長は試料子実約 3g をとり，乳鉢にて磨砕後 5cc の蒸留水にて浸出し，このロ液についてペーパークロマトグラフィーを行つて検べた．展開剤としてブタノール，氷酢酸，水を 4：1：2 の比に混合したものを用い，上昇法により8時間展開し，発色剤としてアンモニア性硝酸銀溶液を噴霧し，50°Cで3分間加温により発色したスポットの Rt 値を求め，既知の糖類のそれと比較した．その他の分析はすべて油化学協会制定基準法によつた．

調査の結果は Table 4 および Fig. 1 のようであつて，落花終了後2週間で大体 Fructose が消失し，又成熟期と定めた落花終期より30日目前後と Glucose の消失期が一致している．遊離酸は両品種ともに成熟期を境として顕著に減少している．ヨウ素価について検討してみると大朝鮮

Table 4.　Changes of Oil Characteristics and Sugar Composition during Growth.

| Date of harvest | Daichosen No. 33 | | | | | | Iseguro sp. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Oil(%) | Moisture (%) | Sugar | A. V. | S. V. | I. V. | Oil(%) | Moisture (%) | A. V. | S. V. | I. V. |
| May 10 | 4.5 | 69.7 | G. F. | — | 189.0 | — | | | | | |
| 15 | 13.0 | 60.0 | G. F. | — | 188.1 | 108.2 | | | | | |
| 21 | 12.6 | 53.3 | G. F. | 2.1 | 187.0 | 106.0 | 10.3 | 59.0 | 2.4 | 188.0 | 107.7 |
| 25 | 13.4 | 51.0 | G. F. ? | 2.1 | 186.0 | 108.1 | — | — | — | — | — |
| 28 | 16.3 | 47.0 | G. | 2.0 | 182.0 | 105.1 | (37.6) | 30.5 | 2.2 | 180.0 | 110.6 |
| 31 | 22.7 | 40.0 | G. | 1.8 | 179.0 | 108.1 | (40.0) | 27.5 | 2.0 | — | 111.3 |
| June 3 | (41.0) | 37.0 | G. | 2.1 | 176.8 | 111.5 | (38.5) | 18.5 | 2.0 | — | 110.7 |
| 5 | (36.3) | 28.0 | G. | 1.4 | 172.0 | 112.0 | — | — | — | — | — |
| 8 | (41.0) | 26.7 | G. | 1.0 | 173.0 | 109.0 | (42.9) | 18.0 | 1.8 | — | 109.6 |
| 11 | (42.8) | 19.0 | G. ? | 0.2 | 171.1 | 107.2 | (40.2) | 15.0 | 1.0 | 174.0 | 102.9 |
| 14 | (43.0) | 17.0 | G. ? | 0.2 | 171.5 | 107.8 | (45.7) | 11.0 | 0.8 | 174.2 | 102.8 |
| 21 | (42.3) | 11.0 | trace | 0.2 | 171.0 | 107.7 | — | — | — | — | — |
| 28 | (43.3) | 11.0 | non | 0.2 | — | 107.7 | (46.6) | 10.6 | 0.6 | 173.8 | 101.1 |
| July 4 | (44.0) | 10.5 | non | 0.2 | 171.4 | 107.6 | (45.9) | 10.6 | 0.6 | 172.7 | 100.9 |
| May 28 | (2 weeks after harvest) | | | 0.9 | 171.4 | 104.1 | (44.1) | 9.3 | 0.4 | 172.2 | 107.9 |
| June 3 | | | | 0.4 | 172.0 | 109.9 | — | — | — | — | — |
| 11 | | | | 0.2 | 173.0 | 107.8 | (44.7) | 8.7 | 0.3 | 173.0 | 102.1 |
| 14 | | | | 0.2 | 173.0 | 107.8 | (46.1) | 8.0 | 0.3 | — | 100.3 |

Note ： * indicate the ripening perind　(　) % to dry matter　G. = Glucose　F. = Fructose

33号（極晩生）は成熟期の1週間前，伊勢黒種（晩生）では2週間前に急激な増加を示し，共に成熟期に到つて再び減少し，以後径日に伴い極めて僅かずつ下降した．

次に中生種として農林21号を選び同様の試験を行つた（1957年度）．調査のやり方は前試験と全く同様であるが，クロマトグラフィーによる糖類の定性に当り，展開液として酢酸―ブタノール混液（酢酸：ブタノール：水＝1：4：2）を用い，12時間上昇展開を行つた後，発色剤として Aniline Hydrogen Phthalate 液（水で飽和したブタノール100，アニリン0.93，フタール酸1.66）を噴霧し，105°C にて5分間加温して発色させた．結果は Table 5 の如くであつた．

これによると成熟期を境として Fructose が消失し，Sucrose の現われることが認められた．前回の試験における糖類のクロマトグラフィーでは Sucrose の存在が判明しなかつたが，今回は成熟期の後間もなく Sucrose の出現が認められ，これはその後3週間を経過すると再び消失した．成熟につれヨウ素価，遊離酸，ケン化価共に次第に減少したが，成熟期を境としてこの傾向は極めて緩慢になり，特にヨウ素価とケン化価は殆んど一定値となつた．今回の農林21号におけるヨウ素価の変化をみると成熟期前に117におよぶ高い値を示したが結局102～103に固定した．この点前回の伊勢黒種とは明らかに異る傾向であつた．油分収量は成熟期を過ぎて尚1週間は増加を続けたが，更に過熟となると却つて減少し始めた．

由来油糧子実の成熟に当り糖類量の消長が油脂の生成量と相関関係にあることは周知の現象であるが[5]，以上の3回に亘る調査によつて落花終了後30日を以つて成熟期と定め，その時期を境として糖類の変化が顕著に現われ，油分収量の著増，酸価の激減などが示され，又ケン化価，ヨウ素価などの油の性状が固定した．このことは上に定めた成熟期以前では僅かな日数の差によつ

Fig. 1. Changes of the oil characteristics of the seed (Daichōsen No. 33) in the duration from the petal falling to the full ripening.

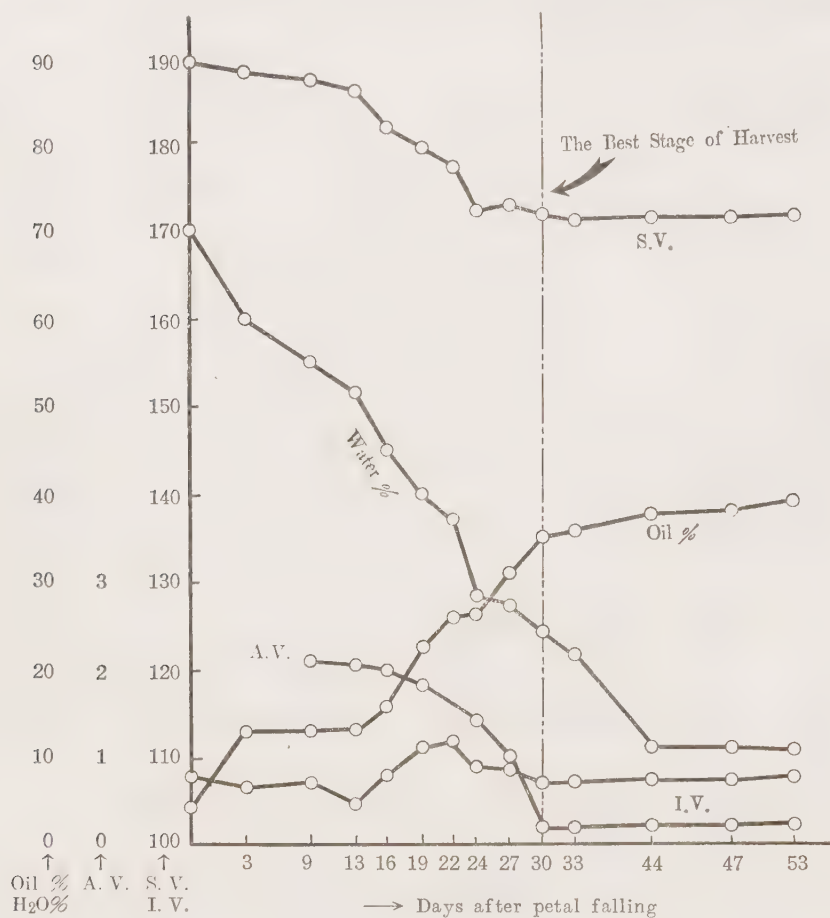



Table 5. Changes of Oil Characteristics and Sugar composition during Growth of Norin No. 21.

| Date of harvest | Moisture(%) | Oil (%) | Sugar | A. V. | S. V. | I. V. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| May 24 | 51.0 | 9.0 | — | 5.7 | 181.5 | 117.0 |
| May 27 | 48.0 | 16.7 | G. F. | 4.8 | 178.0 | 114.6 |
| May 28 | 50.0 | 17.5 | G. F. | 3.4 | 177.5 | 114.0 |
| May 30 | 46.0 | 18.6 | G. F. | 3.3 | 171.4 | 111.2 |
| June 3 * | 40.0 | 18.8 | G. | 3.0 | 169.9 | 107.8 |
| June 5 | 37.7 | 34.3 | G. | 3.1 | 169.3 | 103.3 |
| June 7 | 31.3 | 40.0 | G. S. | 2.1 | 171.9 | 103.0 |
| June 10 | 29.3 | 41.0 | G. S. | 2.1 | 169.6 | 102.1 |
| June 13 | 12.0 | 41.3 | G. S. | 1.8 | 170.9 | 102.2 |
| June 17 | 11.0 | 41.8 | G. S. | 1.7 | 171.8 | 102.3 |
| June 24 | 9.0 | 41.5 | G. | 1.1 | 171.3 | 100.2 |
| May 24 ** | | | | 1.7 | 173.3 | 107.7 |
| June 2 ** | | | | 1.9 | 171.3 | 101.3 |
| June 8 ** | | | | 0.7 | 169.3 | 101.7 |

Note : * Ripening period (30 days after the falling of blossoms) ** 2 weeks after harvest
S. = Sucrose

ても顕著な差異が生じ，一般に油分収量少く，酸価，ヨウ素価の高い劣質な油を得ることになり，成熟期の後になると経日による性状変化がかん慢で，場合によると1週間程度経過したときが好適と思われるものもある．要するに早刈りがナタネ油性状をかなり劣化する原因となることは明らかである．刈取期の指標としての成熟期を決定するに当り，少くとも落花終了後30日以上経過した日を期日とすることには生産物品質の管理上から重要な意義がある．

## Ⅲ．ナタネ子実のアルコール可溶性成分について

油糧子実のアルコール可溶性成分（遊離脂肪酸，燐脂体，糖質，色素等）には製油上中性油の品質を劣化させるものが多い．従つてかゝる成分は食用油製造上粗油精製の対象となつている．ナタネ子実のアルコール可溶性成分の検索中，たまたま品種を異にするときアルコール可溶性成分中の糖質や燐脂体分布状態に相違のあることを認めたのでこの点につき概括報告する．尚ナタネの成熟過程に於けるアルコール可溶性成分量と中性脂肪分量との相関関係及びアルコール可溶成分中の主成分（燐脂体，糖類）の化学組成の検索等については後日報告の予定である．

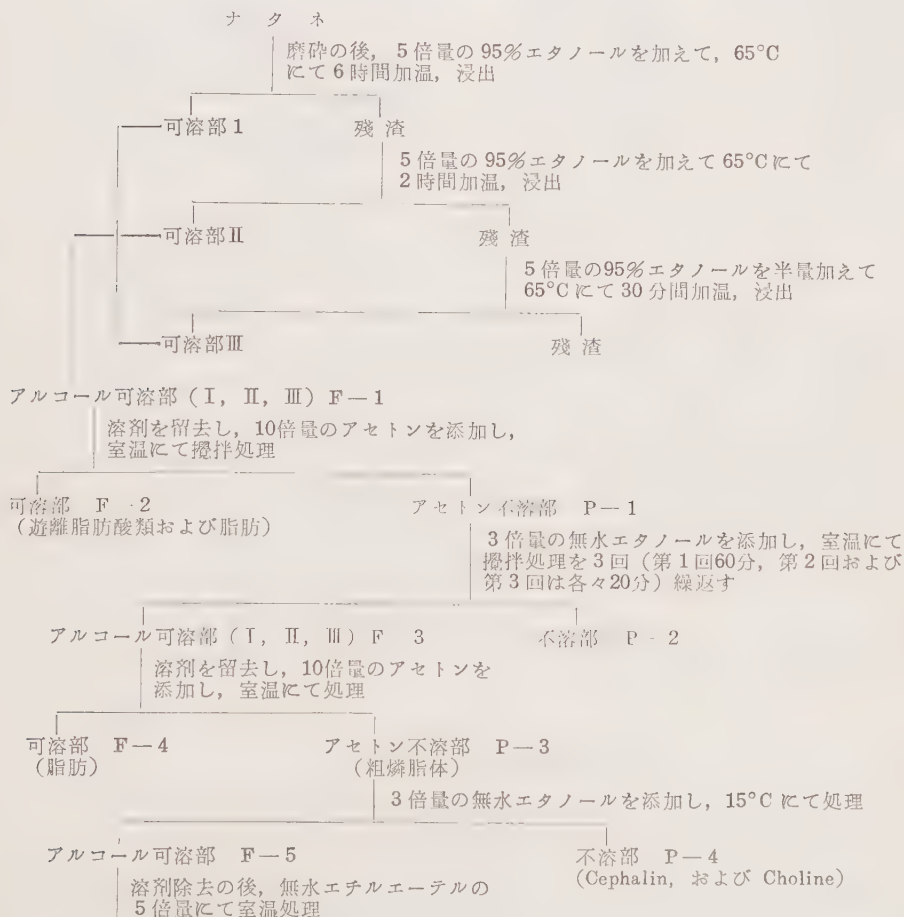
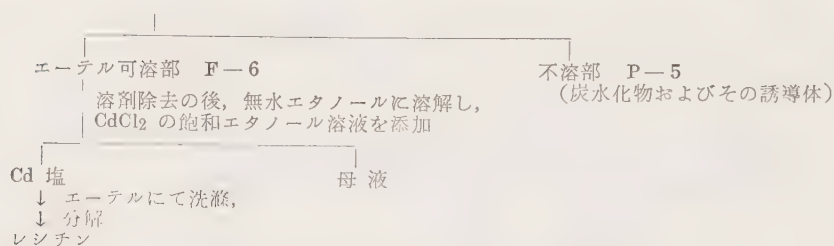
アルコール可溶性成分分別図

上図に示したような順序によつてナタネ子実のアルコール可溶性成分を分別，定量した．かゝる方法により早生，中生，晩生のそれぞれ2～3品種について調査し，併せて製油原料として輸入されたカナダ産，エチオピヤ産のナタネや黄カラシナ等につき比較調査を行つた．結果は Table 6 に示すようなものを得たが，アルコール可溶性成分総量については概して早生および中生のものが晩生のものに比べて可成り少量であつた．又エチオピヤ産が特に多い含量を示した．アセトン不溶分（粗燐脂体）の量は3.7～5.1%の小範囲であるが，概ねアルコール可溶性成分量と比例した傾向が明確にみられた．燐脂体中のレシチン分の量については品種間の差異があまり明確でなかつたが，Cephalin 分に相当する部分は粗燐脂体と同様の傾向がみられた．

Table 6 (A). Comparison of Hot Alcohol Soluble Matter.

| Varieties | Moisture (%) | Oil (% anhyd.) | Hot alc. solu. (%) |
|---|---|---|---|
| Azuma | 11.35 | 35.33 | 12.85 |
| Chikushi | 11.31 | 38.43 | 13.78 |
| Kinki No. 28 | 8.79 | 45.76 | 16.89 |
| Norin No. 16 | 9.26 | 43.72 | 17.17 |
| Norin No. 19 | 10.72 | 44.44 | 17.17 |
| Kinki No. 29 | 6.50 | 44.73 | 20.57 |
| Kyusyu No. 33 | 7.91 | 41.84 | 22.44 |

Table 6 (B). Comparison of the Composition of Alcohol soluble.

| Varieties | Ripening period | Oil part | | | | Alcohol soluble part (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Oil (%) | A. V. | S. V. | I. V. | total | Aceton insoluble | Crude Phosphatide | Lecithine | Cephaline |
| Norin No. 14 | June 4 Early | 42.9 | 1.1 | 174.4 | 104.0 | 16.9 | 7.1 | 3.9 | 0.3 | 1.9 |
| Norin No. 19 | June 6 Early | 41.0 | 0.7 | 168.8 | 104.8 | 16.8 | 7.7 | 4.0 | 0.3 | — |
| Norin No. 9 | June 6 Middl | 40.7 | 1.2 | 175.0 | 105.0 | 17.8 | 10.2 | 4.0 | 1.0 | 1.9 |
| Kinki No. 28 | June 4 Middle | 47.5 | 1.1 | 171.1 | 105.8 | 17.7 | 7.9 | 4.2 | 0.3 | 1.9 |
| Azuma | June 8 Middle | 35.3 | 1.2 | 170.6 | 109.0 | 14.9 | 6.7 | 3.8 | 0.3 | 1.1 |
| Kasuya | June11 Late | 40.9 | 0.8 | 170.0 | 111.0 | 22.3 | 10.1 | 4.8 | 1.0 | 2.8 |
| Daichosen | June12 Late | 42.7 | 1.2 | 175.0 | 109.0 | 21.4 | 9.2 | 4.5 | 0.7 | 2.5 |
| Canadian | — | 41.2 | 1.9 | 173.0 | 111.6 | 20.0 | 8.1 | 4.7 | 0.3 | 2.8 |
| Ethiopian | — | 39.1 | 2.9 | 169.0 | 115.7 | 24.3 | 12.5 | 5.1 | 0.8 | 2.2 |
| Yellow-Mustard | — | — | — | — | — | — | 9.5 | 3.7 | 1.3 | 1.1 |

## Ⅳ. 異常性状のナタネについて

ナタネは本邦において最も古くから食用油資源として栽培され，現在でも国内生産の油糧子実の白眉であつて，大豆，米糠と共に農林省が戦後の施策として行つた増産計画の対象となつた製油原料である．しかし農家経済の動向は必ずしもナタネの増産の方向にのみ進んでいるとは認められない．従つて食用油の大口製造家は可成りの量におよぶ輸入原料を消費している．たまたま

1956年エチオピヤより輸入した原料ナタネに異常な性状をもつものが発見され，著者等はこれにつき性状検索を行つたのでその知見を以下に報告する．原料ナタネとしてエチオピアより輸入されたものゝ中に，口中で嚙み砕くと可成り強く芥子様の辛味を感ずるものが発見された．このものは外観上明瞭に黒色粒と黄色粒とに分け得（ほゞ2対3の割合），試みにそれぞれを嚙み砕いて辛味を比較すると黄色粒の方が顕著であつた．

著者等はこれらのものが果してナタネ（B. campestris, B. napus）であるか，カラシ（B. nigra）であるか，又はその中間種であるか，黄カラシナ（B. juncea）の系統のものであるかを究明することにした．

a.　一 般 性 状

上記の黒色粒と黄色粒に分別したものにつき一般分析を行うと Table 7 のような結果となり，一般ナタネに比べてヨウ素価，ケン化価が稍々高くカラシナに近い値を示したが，特に異常として区別される程度ではない．

Table 7.　Oil characteristics of the Abnormal Rape Seed.

| Varieties | Oil (%) | I. V. | S. V. |
|---|---|---|---|
| Ethiopian rape seed | 38.95 | 111.42 | 185.20 |
| 〃(black grain only) | 38.79 | 115.79 | 184.20 |
| 〃(yellow grain only) | 39.40 | 109.40 | 188.93 |
| Normal rape seed (A) | 42.46 | 102.00 | 175.50 |
| Normal rape seed (B) | 39.92 | 111.34 | 173.96 |
| Yellow mustard | 42.36 | 109.07 | 179.20 |

Note：（A）Norin No. 6,　（B）Azuma

Table 8.　Comparison of Mustard Oil Content.

| Varieties | Allylcarbinylisothiocyanate (%) |
|---|---|
| Ethiopian rape seed | 0.570 |
| 〃(black grain only) | 0.522 |
| 〃(yellow grain only) | 0.662 |
| Normal rape seed (Norin No. 6) | 0.205 |
| Yellow mustard | 0.722 |
| Black mustard | 0.3〜1[6)] |

b.　Allylcarbinylisothiocyanate 含量

芥子の辛味は配糖体 Sinigrin が Myrosinase によつて加水分解されて生ずる Allylcarbinylisothiocyanate に因るものである．

粉砕試料 5g を採り，20〜25°C の温水に2時間浸漬し，Sinigrin を充分加水分解せしめた後，水蒸気蒸留を行い，初留液40〜50ccに1%アンモニア-エタノール等量混合溶液40cc を加え，これに N/10 $AgNO_3$ 水溶液20cc を加えて，温浴上で約2時間加熱の後，全液を100cc に満してロ過し，このロ液 50cc につき鉄ミョウバン液を指示薬として未反応残留硝酸銀を N/10 ロダンアンモン水溶液で滴定して Allylcarbinylisothiocyanate 相当量（N/10 $AgNO_3$ 1cc＝0.00496g）を定量した結果，Table 8 のような値を得た．

即ちエチオピア産ナタネは一般のナタネに比べて辛味物質の含量が著しく多く，黄カラシナに近い量を示した．

c.　生物学的観察

一般のナタネ，黄カラシナ，カラシおよびエチオピヤ産ナタネの黒色粒と黄色粒のそれぞれについて，同一条件下（25°C，湿度85〜90%）で発芽せしめ，幼植物の根の成長点につき染色体数を検べてみると，Table 9 のようであつた．

---

最近ナタネの辛味成分は Allylisothiocyanate（$CH_2{=}CH-CH_2-NCS$）ではなくて Allylcarbinylisothiocyate（$H_2CHCH_2CH_2NCS$）であることが明らかにされた[7)]．

Table 9 (A). Chromosome Numbers.

| Varities | Folding of leaf | Prickles | Chromosome numbers | Genom (2n) |
|---|---|---|---|---|
| Rape seed (Norin No. 9) | − | − | 19 | a a c c |
| Rape seed (Azuma) | ± | − | 19 | a a c c |
| Yellow mustard | + | + | 18 | a a b b |
| Black mustard | + | + | 8 | b b |
| Cabbage | − | − | 9 | c c |
| Ethiopian rape seed (black) | + | + | 18 | a a b b (?) |
| Ethiopian rape seed (yellow) | − | ± | 17 | b b c c (?) |

Table 9 (B). Genoms of Known Brassicas.

| Name | Scientific term | Chromosome numbers | Genom (2n) |
|---|---|---|---|
| Black mustard | B. nigra Koch | 8 | b b |
| Cabbage | B. oleracea L. | 9 | c c |
| Wild rape seed | B. campestris L. | 10 | a a |
| Abyssinia mustard | B. carinata Braun | 17 | b b c c |
| Yellow Mustard | B. juncea Coss. | 18 | a a b b |
| Rape seed | B. napus L. | 19 | a a c c |

この結果から所謂エチオピヤ産ナタネと呼ばれるものはカラシナとアビシニア芥子との混合物であつて B. napus L., B. campestris L. のいずれにも属さない．従来本邦において B. Juncea に属するものをナタネに加えて取扱つた地方もあつたが，現在では明確に区別されている．故にエチオピヤ産ナタネもナタネとして取扱うことは適当でない．

## 要　約

1.　岡山県産ナタネの一般性状を各地区産地別に比較すると，概して県北地区生産のものが県南地区のものより油分含量が高い．

2.　ヨウ素価の低い品種として伊勢黒系の分系品種が注目され，又一般性状においては特に近畿28号が優秀な品種と思われる．

3.　成熟適期を落花終了後30日目と定めることは油分の性状変化からみて刈取調製上の意義が大きい．

4.　ナタネ燐脂体の含量はアルコール可溶性成分の量に比例した．

5.　輸入ナタネ（エチオピヤ産ナタネと称するもの）に異常性状を示すものが発見されたが，この子実はカラシナ（B. juncea），アビシニアカラシ（B. carinata）の混合物であつて，ナタネとして取扱えない．

終りに臨み，調査に当つて多大の便宜を与えられた岡山県農政課当局に対し深謝の意を表し，又試験に当り岩佐順吉，島村和夫，赤松誠一，宇渡清六，金築尚男，和田聖，山之内格，小林朋の諸氏から種々の御援助を賜り玆に感謝の意を表する．

## 文　献

1) 中山修 (1954)：農産加工技術研究会誌，1，902.
2) 志村玄一 (1952)：農業及園芸，27，153.
3) 中村延生藏ら (1955)：農産加工技術研究会誌，2，129.
4) 柴田昌英 (1957)：農業と園芸，32，740.
5) J. Bonner (1950)：Plant Biochemistry, 368.
6) 大平敏彦 (1925)：香辛料の化学，46.
7) M. Gettlinger., J. E. Hodgkins (1955): J. Amer. Chem. Soc., 77, 1831—1836.

# 水稲の珪酸吸収に及ぼす塩素の影響

下　瀬　　　昇

## Effects of Chlorine on Silicate Absorption in Rice Plants

Noboru SHIMOSE

Rice plants were grown in the solutions which were shown in table 1 and 2, to investigate the effects of chlorine for absorption of silicate by the rice plants.

The yield of grains and dry weight of leaves plus stems of the rice plants was shown in table 3, the growth of rice plants obviously improved by silicate.

Author could not find any influences of chlorine to absorption of silicate for the leaves plus stems of them which were grown in the solutions contained silicate abundantly. But at the deficiency of silicate in the solutions slightly, the leaves plus stems of the rice plants absorbed silicate smoothly at the presence of adequate amounts of chlorine in their nutrient solutions.

### 緒　　　言

一般に植物根による栄養素の吸収，とくにその選択吸収については種々の推論は提出されているが未だ定説はない．最近 OVERSTREET 等[4]，EPSTEIN 等[2] は植物体内に carrier と称するものが代謝中間生成物として生じ，これが細胞外液の養分と結合して体内を移動するとする carrier theory を提出している．この結合物はおそらく chelate compound で，しかも carrier は栄養素に対して選択性を有するため，選択吸収と塩類蓄積とを同時に説明出来るので多数の研究者の支持を得ている．しかし現段階では carrier は物質代謝の中間生産物であることは想像出来ても，その正体がどのようなものかは解明されていない所に今後の大きな課題を残している．

著者[6] はすでに過剰塩化物の存在のもとで砂耕栽培を行つた水稲の茎葉中に吸収蓄積される珪酸は，塩化物がほとんど存在しない条件下におけるそれよりも高い事実を認め，珪酸と塩素との吸収には何等かの平衡関係が存在するのではないかと推論した．

いま仮に carrier theory が正しいものと仮定し，前述の著者の得た結果とを比較検討してみると，少くとも水稲に対して必須と考えられている珪酸の吸収母体，即ち carrier が何等かの塩素化合物であるかも知れないという可能性が生じて来る．このような吸収の問題とは別個に自然界における珪素と塩素との関係を考えてみても両者間の結合の可能性は或程度存在すると考えられる．例えば MCINTIRE 等[3] は，slag を土に混ぜると土壌中では $CaSiF_6$ に変化すると述べており，珪素と弗素との結合物は屢々認められるものであり，同じハロゲンである塩素も生体内で珪素と何等かの化合物を作るのではないかとの想像が生れて来る．

故に，水稲による珪酸の吸収は塩素と関連性の深いものかどうかを確め，さらに carrier の存在或はその本体を確める方向へ研究を進める意味をも含めて次の如き実験を行つた．

### I．実　験　方　法

水稲朝日種を水洗砂中に播種し，草丈約 20cm となつたものを内容約 1.3$l$ の水耕試験器に 7 月23日（1956年）に移植し，1 週間純水中に生育せしめた後，第 1 表に示した標準培養液に加えて，第 2 表のような処理を行つて水耕栽培した．各試験区の連数は 5 連とし，生育時期別に試

Table 1. Composition of the Base Nutrient Solution.

| Salts | Concentration (p. p. m.) |
|---|---|
| $(NH_4)_2SO_4$ | N : 40 |
| $KH_2PO_4$ | P : 20 |
| $K_2SO_4$ | K : 30 |
| $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ | Ca : 20 |
| $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ | Mg : 20 |
| Fe-citrate | Fe : 0.5 |
| $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ | Zn : 0.02 |
| $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ | B : 0.02 |
| $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ | Cu : 0.05 |
| $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ | Mn : 0.2 |
| $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ | Mo : 0.01 |

Table 2. Treatments of the Nutrient Solution.

| Plot No. | Concs. of Added Elements | |
|---|---|---|
| | Si (p. p. m.)* | Cl (%)** |
| 1 | 10 | 0 |
| 2 | 10 | 0.05 |
| 3 | 10 | 0.1 |
| 4 | 10 | 0.3 |
| 5 | 100 | 0 |
| 6 | 100 | 0.05 |
| 7 | 100 | 0.1 |
| 8 | 100 | 0.3 |

* $Na_2Si_2O_5$ was used as Si source.
** NaCl was used as Cl source.

料を採取して，生育調査を行うと共に，その茎葉を分析試料とした．珪酸並びに塩素の分析法は，常に行つている如く夫々乾式灰化重量法及び A. O. A. C. 法を採用した．培養液の更新は週2回とし，水はすべてイオン交換樹脂を通じた純水を使用し，試薬はすべて特級試薬を用いたがとくに精製は行わなかつた．なお更新前における培養液の pH は1〜4区即ち Si 10 p. p. m. 区で 9.4，5〜8区即ち Si 100 p. p. m. 区で 10.1 であつてかなり強いアルカリ性を示したが，とくに調整は行わずにそのままの溶液を用いた．

## II. 実験結果並びに考察

水稲を完全に生育せしめるためには容器がやや小さく，また移植が遅れたため生育時期は後へづれており，生育は完全であつたとは認め難いが，培養液組成の相違によつて生育には著しい差異が認められた．即ちその生育概況は第3表に示した如く，生育初期には大差はないが，出穂期頃（9月25日）を境として Si 100 p. p. m. 区では 10 p. p. m. 区に比較して生育は著しく旺盛となり，完熟期には茎葉，穀実乾物重共に大体2倍又はそれ以上となつている．ただし生育順位を Si 添加量によつて分けてみると，何れも Cl 添加量として $0 \fallingdotseq 0.05 \fallingdotseq 0.1 > 0.3\%$ となつており，わづかではあるが培養液塩素添加量が大となる程生育は劣る傾向が認められ，Cl 0.3％区は極端に劣り，4，8区共に完熟期まで生育することが出来ず，途中で枯死した．とくに8区では解剖的にも幼穂形成も行われておらず，4区よりも遙かに早く枯死した．Si 10 p. p. m. 区では外観的にも珪酸欠乏症状は認められなかつたように思われるが，このような著しい生育差が現われたことは，軽度の珪酸欠乏状態にあつたものと考えられる．この試験設計では Si 100 p. p. m. 区で珪酸の供給が充分であつたかどうかははつきりしないが，少くとも珪酸添加の効果は顕著に認められた．また塩素無添加区では，おそらく試薬及び空中の塵埃による汚染等によるものであろうが，塩素欠乏症状は現われず，むしろ最も生育旺盛であつた．このことはもし Broyer 等[1] が報告している如く塩素が必須元素であり，しかもかなり多量に植物に要求される元素であるとしても，本邦の如き島国では汚染の程度が大きく，実際に塩素欠乏が現われる可能性はまづないことを示すものであろう．

8区の水稲が4区のそれよりも遙かに早く生育不能となつた原因としては，はつきりしないが次のようなことが挙げられるのではなかろうか．即ち8区の培養液の pH は4区よりも高かつたためか，或は何等かの形で Si と Cl とが結合して吸収，移動した結果，珪酸の多い区では自然的

Table 3. The Outline of Growth and Yield of One Rice Plant.

| Plot No. | 23rd/July | 4th/Sept. | 25th/Sept. | 26th/Nov. |
|---|---|---|---|---|
| | Length of Plant (cm) | | | |
| 1 | 20.3 | 56.0 | 66.0 | 66.0 |
| 2 | | 55.0 | 70.0 | 63.0 |
| 3 | | 52.0 | 65.7 | 63.0 |
| 4 | | 47.5 | 57.7 | 61.0** |
| 5 | | 46.6 | 70.0 | 74.0 |
| 6 | | 47.8 | 72.7 | 75.0 |
| 7 | | 47.3 | 71.7 | 76.0 |
| 8 | | 40.3 | 47.7 | 46.0* |
| | Dry Wt. of Leaves plus Stems (g) | | | |
| 1 | 0.013 | 1.20 | 3.48 | 5.7 |
| 2 | | 1.15 | 4.20 | 5.5 |
| 3 | | 0.85 | 3.85 | 6.5 |
| 4 | | 0.90 | 2.30 | 3.7** |
| 5 | | 0.70 | 3.80 | 13.9 |
| 6 | | 0.65 | 6.10 | 13.1 |
| 7 | | 0.60 | 3.90 | 11.9 |
| 8 | | 0.70 | 1.45 | 2.4* |
| | Dry Wt. of Grains (g) | | | |
| 1 | | | 0.25 | 1.2 |
| 2 | | | 0.40 | 1.5 |
| 3 | | | 0.55 | 1.3 |
| 4 | | | 0.10 | 0.5** |
| 5 | | | 0.18 | 3.8 |
| 6 | | | 0.30 | 2.2 |
| 7 | | | 0.15 | 2.3 |
| 8 | | | — | — |

* Sampling date : 3 rd, Oct.
** Sampling date : 10th, Nov

Table 4. Percentage of Cl and $SiO_2$ in the Leaves plus Stems of the Rice Plants.

| Plot No. | 23rd/July | 4th/Sept. | 25th/Sept. | 26th/Nov. |
|---|---|---|---|---|
| | Cl (%) | | | |
| 1 | 0.46 | 0.18 | 0.09 | 0.18 |
| 2 | | 0.96 | 0.55 | 2.43 |
| 3 | | 0.55 | 0.85 | 3.37 |
| 4 | | 1.86 | 3.48 | 10.46** |
| 5 | | 1.23 | 0.32 | 0.18 |
| 6 | | 0.83 | 0.82 | 2.13 |
| 7 | | 0.89 | 0.96 | 3.24 |
| 8 | | 2.21 | 3.51 | 6.97* |
| | $SiO_2$ (%) | | | |
| 1 | 8.82 | 5.64 | 3.28 | 2.51 |
| 2 | | 5.74 | 3.15 | 2.94 |
| 3 | | 7.43 | 3.58 | 3.04 |
| 4 | | 9.40 | 4.90 | 3.54** |
| 5 | | 8.56 | 10.60 | 11.93 |
| 6 | | 7.20 | 8.92 | 8.64 |
| 7 | | 9.33 | 10.85 | 9.59 |
| 8 | | 7.13 | 8.45 | 8.37* |

* Sampling date : 3 rd, Oct.
** Sampling date : 10th, Nov.

に塩素の吸収蓄積が過剰となつて，塩素の特異的害作用が枯死を早めた原因ではないかとも考えられる．即ち8区で枯死したと思われる10月3日には4区の試料を採取していないので，断定は出来ないが，10月3日における4区の水稲茎葉中の Cl %は8区のそれより低もかつたのではないかと想像される．ここで注意すべきは，培養液に過剰の NaCl を与えて栽培した水稲茎葉中には著しく多量の Na が蓄積される事実である[6]．本実験においては珪酸は $Na_2Si_2O_5$ として与えられており，Si 100 p. p. m. 区は 10 p. p. m. 区の 10 倍の Na が加えられていることとなる．今回は Na の分析を行つていないのではつきりとはしないが，8区の水稲は4区のそれよりも遙かに多量の Na を吸収した懸念があり，Cl の過剰吸収と共に Na のそれが8区の枯死を早めた主原因であるかも知れない．

4，8 両区を除いた茎葉中における Cl %は大体培養液 Cl 濃度と比例しており，1 と 5，2 と 6，3 と 7 区は何れも極めて近似した値を示している．ただ従来の結果とやや異る点は，出穂期前半月頃の吸収の山が少しく低いことと，後期における吸収が著しいこととであるが，このことはおそらく天候に左右されて現われて来た結果であろう．

Table 5. Total Absorbed $SiO_2$ in the Leaves plus Stems of One Rice Plant (mg).

| Plot No. | Sampling Date | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 23rd/July | 4th/Sept. | 25th/Sept. | 26th/Nov. |
| 1 | 1 | 68 | 115 | 143 |
| 2 | | 66 | 132 | 162 |
| 3 | | 63 | 138 | 198 |
| 4 | | 85 | 113 | 170** |
| 5 | | 60 | 403 | 1,414 |
| 6 | | 47 | 544 | 1,132 |
| 7 | | 56 | 423 | 1,141 |
| 8 | | 50 | 123 | 201* |

* Sampling date : 3rd, Oct.
** Sampling date : 10th, Nov.

茎葉中における$SiO_2$%は第4表に示した如く，5〜8区では Si と Cl との関連性は明らかには認め得ず，むしろ8区では培養液 Cl 濃度及び体内Cl%が高くなると$SiO_2$%は低下している．しかし1〜4区ではその差は小さいが，出穂期頃から培養液 Cl 濃度及び体内 Cl %が高くなるにつれて $SiO_2$ %は高くなつており，珪酸欠乏と考えられる条件下では珪酸吸収に及ぼす塩素の好影響が認められそうである．ただし Si 100 p. p. m. 区では生育後期に珪酸吸収曲線が上昇し，石塚等[5]が認めた結果と近似しているが，Si 10 p. p. m. 区ではその曲線が低下し，明かに水稲による珪酸吸収が正常でないことが認められる．かくの如く珪酸欠乏状態では珪酸の吸収に塩素の効果が認められるように思われるが，以上述べた論拠はあくまで$SiO_2$%を基礎としており，培養液 Cl 濃度の増加と共に乾物重は低下しているので，体内の珪酸吸収全量を知る必要がある．故に第5表に $SiO_2$ 絶対量を示した．Si 100 p. p. m. 区の $SiO_2$ 絶対量は塩素が極端に多いと逆比例するが，一般に，10 p. p. m. 区よりも著しく多く，また培養液 Cl 濃度との間に有意の関連性は認め難いが，10 p. p. m. 区では Cl 濃度の増加と共にやや $SiO_2$ 絶対量が多くなる傾向が認められる．その差が余り小さいため充分ではないが，含有率の場合と同様絶対量においても珪酸と塩素との間には何等かの関連性があるように思われる．ただし4区ではその含有率の場合とは異り，3区よりやや少いので，或は培地に塩素が多過ぎると反つて珪酸吸収に悪影響を及ぼすものかも知れず，適度の濃度の塩素の存在することが珪酸吸収に好適なのではないかと考えられる．

以上の珪酸及び塩素の含有率，珪酸絶対量の数字よりみて，著者[6]が従来水稲の砂耕栽培において認めた結果は，培地における可溶性珪酸が欠乏気味の条件において現われて来たのではないかと推察され，この点については吸収機構の解明と同時に，水稲に対する珪酸の必須性と関連してさらに検討すべき問題点であろう．

## Ⅲ. 要　　約

珪酸，塩素濃度をかえて種々の組合せを作つた培養液によつて水稲を水耕栽培して，水稲茎葉中の珪酸吸収に及ぼす塩素の影響を検討した．その結果培養液濃度が高い場合における水稲の珪酸吸収に及ぼす塩素の影響は明かではないが，珪酸欠乏状態では適量の塩素が培地に存在すると水稲の珪酸吸収に好影響を及ぼすらしいことを認めた．

## 引用文献

1) Broyer, T. C., et al., (1954) : Plant Physiol., 29, 526〜532.
2) Epstein, E. & Hagen, C. E., (1952) : Plant Physiol., 27, 457〜474.
3) Mc Intire, W. H. & Sterges, A. J., (1952) : Soil Sci., 74, 233〜247.
4) Overstreet, R. & Jacobson, L., (1952) : Ann. Rev. Plant Physiol., Vol. 3, 189〜206.
5) 石塚喜明，田中明 (1952) : 土肥誌，23，23〜28.
6) 下瀬昇 (1956) : 土肥誌，27，309〜311.

# エンシレージの製造法に関する研究

## 二三の添加物の効果について*

須藤　浩

# Studies on Silage-Making

## On the Effect of Some Additives

Hiroshi Sutoh

The author(2,3,4) has already published a few reports on the silage-making with some additives.

In this paper the result of experiments carried on with 'Shochukasu' (lees of a distilled spirit made from sweet potatoes), starch feed (a by-product in starch manufacture), urea and A.I.V. acid will be reported.

(1) A 7 : 3 mixture of white clover and wild plants was respectively preserved either with 'Shochukasu' or with starch feed as additives (cf. Table 1).

Investigations on organic acids, the pH value, and the chemical composition of the silages, palatability to live-stock and on nutrient losses during the storage were made, and it was recognized that 'Shochukasu' and starch feed were effective as the additives to the silage-making.

The ensiling may be expected as an effective preservation method of 'Shochukasu' itself. The silage prepared with 'Shochukasu' added at the rate of 43 per cent of the green plant seemed to be the most palatable feed to various amimals (cf. Table 4).

(2) The use of the amount of 1 per cent of urea in silage-making with the sweet potato and rice bran (80 : 20) seemed to be harmless and the resulting silage was palatable to ruminants ; it had the following properties : pH 4.3, free lactic acid content 2.02, acetic acid content 0.53 and butyric acid content 0 per cent. And sweet potato vine silage prepared with the amount of 1 per cent of urea did not contain butyric acid either.

(3) The teosinte silage prepared according to A.I.V. method had very good quality : pH 3.5, lactic acid content 1.58, acetic acid content 0.29 and butyric acid content 0 per cent. The nutrient losses in fermentation process were only 4 per cent in dry matter and 5 per cent in organic matter.

## 緒　言

終戦後酪農の振興と共に飼料の貯蔵，資源利用問題が重視せられ，サイロの建設に伴つて，エンシレージ製造が急速に普及して来ていることは周知のとおりである．著者が1954年調査したところでも，そのサイロ普及数は大小合せて17万基，約15万基が使用されているだろうと推定されたから[1]，その後のビニール利用によるトレンチサイロなども普及しつつあることから，その生産量の実際を把握することは困難であるが，7～80万トン位に及んでいるのではないかと推定できる．

* 製造法に関する研究　第4報

しかして著者はさきに[2)3)4)]，エンシレージ製造の際の添加剤として，鉱酸，蟻酸その他各種塩類，殺菌剤，一般物料についてその効果を比較した結果，鉱酸，蟻酸が最も効果があり，米糠，荒糠等の副産物は効果がなくて，石灰の効果はマイナスであつたことなどを報じた．本報ではその後行つた二三の添加物についての実験を報告する．

本研究を施行するに当り，多大の援助を与えられた九大教授岩田久敬博士，名大教授斎藤道雄博士に深い感謝の意をあらわす．また実験上多大の助力をされた小牧敏郎，上内洋志，竹下郁子，徳田和子，永野千草の諸氏並びに試料を供給され，多大の援助を寄せられた九州農試畜産部の各位に深く感謝する．

なお本報の要旨は昭和32年10月25日，日本畜産学会関西支部例会の席上において講演した．

## I．澱粉粕及び焼酎粕の添加

**実験材料及び方法**　埋蔵材料はクローバーを主とする（70%）野草を用いた．その中に含まれる植物の種類は次のとおりであつた．

*シロクローバー Trifolium repens,* L. *アレチノギク Erigeron linifolium* Willd. *ヒエガエリ Polypogon Higegaweri* Steud. *クサイ Juncus tenus* Willd. *ニワゼキショウ, Sisyrin Chium mucrrnatum,* Mickx. *タフバナ Clinpodium gracile,* O. Kuntse. *ハハコグサ Graphalium multiceps,* Wall. *オホバコ Plantago major* L. *var. asiatica* Decne. *ヒメコバンソウ（スズガヤ）Briza minor,* L. *スズメコテッポウ Alopecusus fulvus,* Sn. *チチコグサ Gnaphalium japonicum,* Thunb. *ノチドメ Hydrocotyle wilfordi,* Maxim. *スズメノカタビラ Poa annua* L.

5月25日刈りとり，一昼夜屋内床板上に拡げ，半乾燥して3cm前後に切り，2万分の1 Wagnerポットを容器として，Table 1 の通り添加物を分布させるため，所定量を秤量した後，埋蔵物全部を他の容器桶の中に入れて攪拌混合し，それを埋蔵した．

澱粉粕は鹿児島市求良町本坊澱粉工場産のもので，風乾物を粉砕して粉末状態として使用した．焼酎粕は，同上安楽醸造店産のもので，泥状をなしていた．

埋蔵後2ケ月放置し，Table 3. に示した日にそれぞれ開き，表面の品質の劣る部分を除いて，中，下層を混和し，pH 価の検定，有機酸の定量，アンモニヤ態窒素の定量，嗜好試験等を行つて品質の判定を行つた．pH 価は試験紙により，有機酸は Lepper氏法[5)] によつた．嗜好試験は各種の家畜に給与し，その摂取状態を観察した．

第(3)区（焼酎粕同量添加）は2日目に多量の漏汁を生じたので（720cc）廃棄した．一般に浸出液は被覆した砂に吸収された状態となつた．

Table 1.　Ensiled Materials and Additives.

| No. | Ensiled | | | Ratio of the Additive to the Whole Quantity | Ratio of the Additive to the Wild Plant |
|---|---|---|---|---|---|
| | Wild plants | Additive | | | |
| (1) | 7.2 kg | Shochukasu* | 0.8 kg | 10 % | 11 % |
| (2) | 5.6 | 〃 | 2.4 | 30 | 43 |
| (3) | 4.0 | 〃 | 4.0 | 50 | 100 |
| (4) | 5.6 | Starch feed** | 2.4 | 30 | 43 |
| (5) | 4.0 | 〃 | 4.0 | 50 | 100 |
| (6) | 8.0 | None | 0.0 | 0 | 0 |

* Lees of a distilled drink made from sweet potatoes.
** A by-product in starch manufacture.

材料の組成を示せば Table 2 の通りである.

Table 2.　Chemical Composition of Material (%).

| Materials and Additives | Moisture | Crude protein | Crude fat | N. F. E. | Crude fiber | Crude ash |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Wild plants (Contained 70 % white clover) | 80.01 | 4.07 | 0.79 | 9.14 | 3.67 | 2.32 |
| | | 20.36 | 3.93 | 45.74 | 18.35 | 11.62 |
| Shochukasu | 94.76 | 1.36 | 0.18 | 3.40 | 0.12 | 0.18 |
| | | 25.88 | 3.47 | 64.90 | 2.30 | 3.45 |
| Starch feed | 16.66 | 1.36 | 3.55 | 53.28 | 10.17 | 14.98 |
| | | 1.63 | 4.27 | 63.73 | 12.40 | 17.97 |

**実験結果**　開いたときの状況は次のとおりであつた.

| 区　名 | | 香（臭） | 色 | 備　考 |
|---|---|---|---|---|
| 焼酎粕添加 | (1) | 良（快 香） | 黄 褐 色 | 上層，黒褐色 |
| | (2) | 〃 | 暗 黄 色 | 〃，〃　白カビ少々 |
| | (3) | 〃 | 飴　色 | 〃　〃 |
| 澱粉粕添加 | (4) | 良（甘い感） | 暗 飴 色 | 上部黒褐色 |
| | (5) | 〃（稍々鼻をつく） | 〃 | 〃　〃 |
| 対　照 | (6) | 普　通 | 暗 黄 色 | 上層腐敗量多し，黒色 |

* 色の判定は“色の標準”によらなかつた.

粗收量等を示すと Table 3 の通りである.

エンシレージを開いたときどきにおいて，各種家畜に与えた直後の嗜好状態を調査した結果は Table 4 の通りであつた.

**考　察**　以上の実験成績をみるに，家畜の嗜好は一般に対照区より添加区の方がよかつた. 就中2区の焼酎粕を30%含むものが最もよかつた. エンシレージに対する家畜別の嗜好をみるに，豚は殆どすべてのものを嗜

Table 3.　Crude Yield.

| No. | Date of Opening | Duration | Yield | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Weight | % |
| (1) | July 26 | 62 days | 6.8kg | 85 |
| (2) | Aug. 29 | 96 | 5.5 | 69 |
| (3) | Aug. 5 | 72 | 5.1 | 64 |
| (4) | Sep. 19 | 117 | 6.6 | 82 |
| (5) | Aug. 5 | 72 | 7.1 | 87 |
| (6) | Sep. 10 | 108 | 6.0 | 75 |

Table 4.　Palatability of Various Animals.

| No. | Cattle | Horse | Goat | Swine | Pigling | Rabbit | Fowl | Guinea pig | Dog |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | − | − | − | [illegible] | [illegible] | [illegible] | − | − | − |
| (2) | ++ | + | + | +++ | +++ | + | + | + | + |
| (3) | + | + | − | +++ | +++ | + | − | − | ++ |
| (4) | ++ | + | + | +++ | +++ | − | + | − | + |
| (5) | ++ | + | − | +++ | +++ | − | − | − | + |
| (6) | + | − | − | +++ | ++ | − | − | − | + |

+++ ate with gusto,　++ ate normaly,　+ ate narrowly,　− did not eat quite

Table 5. Organic Acid Content of the Resulted Silages.

| No. | Dry Matter | Lactic acid (Free) | Acetic acid | | Butyric acid | | Total | Ratio | | | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Free | Combnd. | Free | Combnd. | | L. | A. | B. | |
| (1) | 19.33% | 0.73% | 0.58% | 0.17% | — % | 0.02% | 1.50% | 49 | 50 | 1 | 4.4 |
| (2) | 17.90 | 1.13 | 0.55 | 0.10 | — | 0.01 | 1.79 | 63 | 97 | 0 | 4.4 |
| (3) | 17.26 | 1.51 | 0.36 | 0.48 | — | — | 2.35 | 64 | 36 | 0 | 4.4 |
| (4) | 33.12 | 1.79 | 0.49 | 0.09 | 0.23 | 0.01 | 2.61 | 69 | 22 | 9 | 4.0 |
| (5) | 47.52 | 1.81 | 0.32 | 0.07 | 0.19 | 0.43 | 2.82 | 64 | 14 | 22 | 4.0 |
| (6) | 19.03 | 0.51 | 0.17 | 0.75 | — | 2.03 | 3.46 | 15 | 26 | 59 | 4.8 |

Table 6. Chemical Composition of the Resulted Silages (%).

| Substance added | Moisture | Crude protein | Crude fiber | Crude ash | True protein | Notes |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) Shochukasu (10%) | 80.67 | 4.11 | 3.53 | 2.07 | 2.17 | |
| (2) 〃 (30%) | 82.10 | 4.62 | 3.59 | 1.95 | 2.08 | |
| (3) 〃 (50%) | 82.74 | 4.23 | 3.07 | 1.64 | | |
| (4) Starch feed (30%) | 66.88 | 3.05 | 4.65 | 5.75 | | |
| (5) 〃 (50%) | 52.48 | 2.68 | 6.29 | 8.29 | | |
| (6) Control | 80.97 | 3.11 | 4.80 | 2.42 | 2.18 | Crude fat 1.27<br>N. F. E. 7.43 |

Table 7. The Yield of Nutrient (%).

| No. | Moisture | Crude protein | Organic substances | Dry matter | Crude yield |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) | 84.2 | 92.0 | 89.4 | 88.4 | 85 |
| (2) | 66.8 | 97.5 | 79.0 | 79.0 | 69 |
| (3) | 60.4 | 99.3 | 87.6 | 87.3 | 64 |
| (4) | 90.4 | 77.3 | 68.7 | 70.1 | 82 |
| (5) | 95.7 | 87.0 | 80.4 | 81.1 | 87 |
| (6) | 75.9 | 57.3 | 70.5 | 71.3 | 75 |

食したが，牛はこれに次いだ．モルモットは多くの場合摂取しなかつた．家兎や鶏も嗜食しなかつた．しかるに犬が比較的エンシレージを摂食したことは注目に値する．

エンシレージの品質としては全般的に良好だとはいえなかつたが，有機酸の定量結果からみた品質は，対照区に比較して添加区の方が一般に優つていた．

埋蔵上の実際問題として焼酎粕の利用は，添加物としても意義があり，また一方それ自身を貯蔵する意味においても意義あるものである．水分のより少ない物料を混合して埋蔵するならば，利用価値が多くなる．本実験では焼酎粕の量を増加するに従つて，製品中の乳酸含量が多く，酪酸含量が少なくなつた．

第(3)区では pH 価が 4.4 であつたにも拘らず，酪酸は含まなかつた．pH 価 4.0 以下でも，酪酸を含む場合が屢々あるが，これらの両場合は特別な例とみなすことができる．これは醗酵の種類が，埋蔵物料内の pH 価が最も深い関係をもつものではあるが，他の因子によつても支配されていることを意味するものと考える．

澱粉粕添加区は何れも遊離乳酸含量が多かつた．Barnett 氏[6] は埋蔵中の基本的な反応は，可溶性炭水化物中のあるものが，乳酸に変化することであると述べているが，このことから考えても添加は有意義である．酪酸が生成しているので，材料の水分含量も顧慮して，材料に対し10～30%程度がよいのではないかと思考される．水分含量の多い材料に対しては粉末状態として，少ないものにはコロイド状態として均一に添加するのがよい．

焼酎粕はそれ自体水分含量が多いので，多量に加える場合は，排汁問題が起つてくる．サイロより排汁することは，同時に他の栄養素も失う機会になるから，利用前適当な水分含量にすることが望ましい．

以上の実験結果から考えて，焼酎粕及び澱粉粕を，クローバーのような荳科牧草に添加物として利用することは効果的であると判断される．

## II．尿素の添加

家畜特に反芻獣に対する尿素の利用については今日迄数多く実験されて居り[7)8)9)10)]，またエンシレージへの添加も，当初と今日ではその目的を異にしている場合もあるが，実験が行われた[11)12)13)14)15)]．

著者は各地のエンシレージを集めて研究に供したが，そのうち九州農業試験場畜産部石井尚一，犬童幸人，松本聰技官等の厚意によつて，尿素添加イモヌカエンシレージの試料を得た．著者のサツマイモツルを材料とした実験に併せて結果を述べる．

**〔A〕尿素添加イモヌカエンシレージ**

1.　実験材料

①　埋蔵材料は生甘藷（白色）細断したもの100：生米糠20（重量）で，一方には肥料用尿素を0.6%添加し，他に無添加区を設けた．前者は1953年12月6日，後者は12月5日に埋蔵した．つめこみは生甘藷と米糠の所定量比のものを少量宛サイロに入れ，フォークで十分攪拌した（尿素は予め米糠に配合しておいた）．つめ込み後軽く踏みつけ，常法によつて封じ，重石をした．サイロは5尺×10尺のもので，粘土タタキ，内部モルタル仕上，地下式のものである．これを1954年2月17日開き，19日上層より1尺の部位より試料を採取した．埋蔵間の沈下程度は5～6寸で，上層部2～3寸を廃棄した．上層より5～6寸のところ迄は若干変色した．無添加の方は取り出しの際若干の醱酵熱を感じた．

②　前項と同様のものであるが，尿素添加1，2，3%添加区を設けて，4斗樽を使用したことが異る．4斗樽に各々上面より2寸のところ迄つめ込み，上層に2寸の厚さに切藁をつめた．重石は 38 kg として，地下1.2尺のところに埋め込んだ．取り出しは1954年3月12日．そのときの状態は次のようであつた．

1%添加区．上層2寸程度変色．腐敗は殆どなかつた．若干の酸臭を感ずる程度．黄白色鮮明，甘い芳香はなかつた．

2%添加区．上層より5寸程度変色．3寸程度腐敗．黄白色ではあるが，短時間で淡灰褐色に変る．臭気の程度は1%添加のものと変らなかつた．

3%添加区．上層9寸程度完全に腐敗し，アンモニヤ臭，サツマイモの腐敗臭があつた．下層2～3寸のところは，腐敗程度はやや少いが，アンモニヤ臭や酸臭があつて，飼料としての見込みは少なかつた．家畜の個体によつては摂食したものもあつた．淡灰褐色．

③　これは尿素添加エンシレージではないが，ビニール袋の中にイモヌカを詰込んで製造した

もので，1953年11月12日にビニール袋の中にサツマイモ 2,650 kg コメヌカ 530 kg の混合物をつめ込み，これを地中8尺径4尺のところに埋め，莚，板で被覆し，その上に100貫の重石をのせた．1954年2月12日試料を採取した．

④ 使用サイロ 4尺×8尺．次の要領で埋蔵．

| | 対照区 | 添加区 |
|---|---|---|
| 埋蔵月日 | 1954. 11. 29 | 1954. 11. 30 |
| 材料 | 細切サツマイモ80％＋生コメヌカ20％ | 細切サツマイモ 80％ 生コメヌカ 20％ ＋尿素 1.2％ |
| 最初に開いた日 | 1955. 1. 21 | 1955. 1. 21 |
| 備考 | 尿素添加区のものより水分多く，上層1尺余は暗黒色，又は褐色に腐敗していた．取り出してからの黒変は試験区より遅かつた． | 表面を被うように0.5寸余やゝ暗黒色に変つていたゞけで，埋蔵当初と大差がなかつた． |

⑤ サイロ 4尺×8尺

| | 対照区 | 添加区 |
|---|---|---|
| 埋蔵月日 | 1955. 11. 19 | 1955. 11. 18 |
| 材料 | サツマイモ 75％ コメヌカ 25％ | サツマイモ 75％ コメヌカ 25％ ＋尿素3％ |
| 埋蔵量 | 3,000 kg | 3,000 kg |
| 最初に開いた時 | 1956. 1. 9 | 1956. 1. 6 |
| 開いたときの外観 | 優 | 良（黒味を帯ぶ） |

註．以上は石井，松本，犬童技官等の示されたものを整理したものである．

サイロ内の製品を上，中，下層に分つて，分析した．

2. 結果及び考察

エンシレージ及びエンシレージの水による浸出液の色を，色の標準[6]に比較した結果は Table 8 のとおりで，9，10 には有機酸定量及び一般分析の結果を示した．

Table 8. A Comparison of Colour.

| No. | Urea added % | Layer | Silage: No. of Colour | Silage: Colour | Extract of Silage: No. of Colour | Extract of Silage: Colour |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 0 | | 7—17—3 | Pale yellowish brown | 7—18—4 | Dull yellow |
| | 0.6 | | 〃 | 〃 | 6—19—4 | Pale yellow orange (Light cinnamon) |
| ② | 1 | | 〃 | 〃 | 7—18—4 | Reddish yellow (Brilliant yellow) |
| | 2 | | 7—15—4 | Yellowish brown (old gold) | 3—14—7 | Dark reddish orange (Burnt orange) |
| | 3 | | 〃 | 〃 | 4—17—5 | Orange |
| ③ | 0 | | 7—19—3 | Pale yellow (Cream) | 6—19—4 | Pale yellow orange |
| ④ | 0 | | 〃 | 〃 | 7—19—4 | Pale yellow |
| | 1.2 | Top | 7—16—2 | Grayish yellow brown | 5—19—3 | Pale orange |
| | 〃 | Middle | 7—19—3 | Cream straw | 6—19—3 | Pale yellow orange |
| | 〃 | 〃 | 7—18—3 | Pale yellowish brown | 6—19—3 | 〃 |
| | 〃 | Bottom | 7—19—4 | Pale yellow | 5—19—14 | Pale orange |

| No. | Urea | Layer | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ⑤ | 0 | Top | | 7—18—4 | Dull yellow |
| | 0 | Middle | | 7—19—3 | Cream strow |
| | 0 | Bottom | | 6—18—4 | Dull yellow orange |
| | 3 | Top | | 7—18—3 | Yellowish brown |
| | 3 | Middle | | 6—18—3 | Pale yellow brown |
| | 3 | Bottom | | 4—15—6 | Dark orange |
| ⑥ | 0 | Top | | 7—19—4 | Pale yellow |

⑥ : Sweet potato with Barley bran.

Table 9. pH Value and Organic Acid Content of the Silages of Sweet Potato with Rice Bran.

| No. | Urea added % | Layer | Dry matter | Lactic acid Free | Lactic acid Combnd. | Acetic acid Free | Acetic acid Combnd. | Butyric acid Free | Butyric acid Combnd. | Total | pH | $NH_3$-N mg % | Ratio of $NH_3$-N to Total N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 0 | | 41.84% | 2.24% | % | 0.29% | 0.10% | —% | —% | 2.63% | 4.3 | 45 | 18% |
| | 0.6 | | 40.44 | 1.27 | | 0.10 | 0.12 | — | — | 1.49 | 4.3 | 87 | 10 |
| ② | 1 | | 38.81 | 2.02 | | 0.30 | 0.23 | — | — | 2.55 | 4.3 | 234 | 22 |
| | 2 | | 38.84 | 4.82 | | 0.42 | | — | | (5.24) | 6.2 | 536 | 45 |
| | 3 | | 39.50 | 1.82 | | 0.18 | | 0.04 | | (2.04) | 7.2 | 878 | 67 |
| ③ | 0 | | 39.72 | 2.97 | | 0.23 | 0.46 | — | 0.03 | 3.69 | 4.1 | | |
| ④ | 0 | | 44.10 | 0.75 | | 0.53 | 0.04 | 0.10 | — | 1.42 | 4.0 | | |
| | 1.2 | Top | 41.96 | 3.88 | | 0.49 | | — | | (4.37) | 5.0 | 437 | 43 |
| | 〃 | Middle | 40.41 | 1.68 | | 0.18 | 0.55 | — | — | 2.41 | 4.9 | 355 | 35 |
| | 1.2 | Middle | 41.10 | 1.30 | | 0.10 | 0.44 | — | — | 1.84 | 5.0 | 263 | 18 |
| | 〃 | Bottom | 39.33 | 0.82 | | 0.17 | 0.69 | — | — | 1.68 | 5.3 | 199 | 16 |
| ⑤ | 0 | Top | 48.77 | 1.16 | | 0.19 | | — | | 1.34 | 4.2 | 16 | 4 |
| | 0 | Middle | 51.50 | 1.76 | | 0.17 | | — | | 1.93 | 4.2 | 45 | 5 |
| | 0 | Bottom | 50.00 | 5.34 | | 0.66 | | — | | 6.00 | 4.6 | | |
| | 3 | Top | 50.50 | 1.55 | | 0.04 | | 0.09 | | 1.67 | 7.5 | 713 | 48 |
| | 3 | Middle | 52.00 | 4.69 | | 0.28 | | — | | 4.97 | 7.8 | 1211 | 59 |
| | 3 | Bottom | 49.70 | 6.51 | | 0.02 | | — | | 6.93 | 7.6 | | |
| ⑥ | 0 | Top | 43.72 | 0.44 | | 0.33 | 0.09 | — | — | 0.86 | 3.6 | 20 | 11 |

Notes : Organic acids of samples of ⑤ were estimated by means of FLIEG's method(17).

Table 10. Chemical Composition of the Silages of Sweet Potato with Rice Bran (%).

| | Urea added | Layer | Moisture | Crude protein | Crude fat | N. F. E. | Crude fisber | Crude ash |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 0 % | | 58.16 | 4.17 | 3.93 | 28.50 | 2.25 | 2.99 |
| | 0.6 | | 59.56 | 5.62 | 3.29 | 27.50 | 1.71 | 2.32 |
| ② | 1 | | 61.19 | 6.57 | 4.59 | 22.73 | 2.54 | 2.38 |
| | 2 | | 61.16 | 7.50 | 4.49 | 21.19 | 2.32 | 3.34 |
| | 3 | | 60.50 | 8.10 | 4.10 | 22.64 | 1.68 | 2.90 |
| ③ | 0 | | 60.28 | 4.59 | 4.80 | 25.24 | 2.60 | 2.49 |
| ④ | 0 | Top | 59.50 | 4.47 | 4.98 | 29.19 | 2.69 | 2.77 |
| | 1.2 | Top | 58.04 | 6.36 | 4.49 | 26.66 | 2.22 | 2.22 |
| | 〃 | Middle | 59.59 | 6.35 | 3.51 | 25.94 | 2.28 | 2.33 |
| | 〃 | 〃 | 57.35 | 6.23 | 5.30 | 25.37 | 2.70 | 3.03 |
| | 〃 | Bottom | 60.67 | 7.11 | 4.88 | 22.22 | 2.50 | 2.62 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ⑤ | 0 | Top | 51.23 | 5.23 | 5.05 | 32.48 | 3.04 | 2.97 |
| | 0 | Middle | 48.50 | 5.19 | 5.34 | 35.03 | 2.63 | 3.26 |
| | 0 | Bottom | 50.00 | 4.82 | 4.72 | 35.03 | 2.60 | 2.97 |
| | 3 | Top | 49.50 | 9.32 | 5.24 | 28.40 | 4.47 | 3.07 |
| | 3 | Middle | 48.00 | 8.37 | 5.27 | 32.57 | 2.70 | 3.09 |
| | 3 | Bottom | 50.30 | 7.39 | 5.27 | 31.78 | 2.44 | 2.82 |
| ⑥ | 0 | Top | 56.46 | 4.90 | 1.40 | 33.81 | 1.56 | 1.87 |

尿素添加のものも粗蛋白質を N × 6.25 と仮定して計算した.

この結果をみると，1％程度の尿素添加は品質に余り影響を与えないようである．2％添加では，pH 価が相当大きくなり，3％ではアンモニヤの含量が多くなり，実用的には価値が少なくなるようである．ビニール袋利用により，良質のイモヌカエンシレージの得られることが知られた.

また浸出液の色については，pH 価の大きくなる程，色相数が小さくなる傾向にあることは，著者がさきに述べたことと一致する[18].

要するに尿素1％程度の添加では，反芻動物用として，高価値の製品が得られ，嗜好にも適するものを，得られることが認められた.

### 〔B〕尿素添加サツマイモツルエンシレージ

1. 材料及び方法　サツマイモツルを 3 kg 宛代用容器に埋蔵し，一は対照，他は1％量の化学用尿素を水に溶かし，噴霧し乍ら埋蔵した．表面を紙で覆い木製蓋をして，重石をのせた.

2. 実験結果及び考察

Table 11. Crude Yield.

| Added | Date of Ensiling | Date of Opening | Duration | Yield | | Colour of the Silage Extract | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Weight | Volume | No. | Colour |
| Control | Oct. 22 | Dec. 1 | 40 days | 75% | 64% | 6—18—6 | Yellow orange |
| Urea ( 1 %) | Nov. 6 | Dec. 7 | 32 | 80 | 79 | 7—18—5 | Brilliant yellow |

Table 12. Organic Acid Content of the Sweet Potato Vine Silages.

| Added | Dry matter | Lactic acid | Acetic acid | | Butyric acid | | Total | pH | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Free | Combnd. | Free | Combnd. | | | |
| Control | 15.38% | 0.46% | 0.10% | 0.09% | 0 % | 0 % | 0.65% | 3.9 | Very good |
| Urea ( 1 %) | 20.55 | 0.37 | 0.09 | 0.13 | 0 | 0 | 0.59 | 4.0 | 〃 |

なお Schneider 氏[21] の示している消化率を仮用して，T. D. N. を計算してみた結果は，無添加エンシレージ 7.67，尿素添加エンシレージ 9.66％となつた.

以上埋蔵時，埋蔵日数が異ること，実際の場合として埋蔵日数が未だ十分でないと考えられるが，1％程度の尿素添加により，品質の上に大きな影響を与えると考えられない．Archibald 氏等[19]，Nebens 氏等[20] は不満足な結果を得たと述べているが，品質改善のための積極的添加剤でないことは勿論である．しかし前項において述べたように，尿素の飼料的利用法として有用な一法であると認められる.

Table 13.　Composition and Yield of the Sweet Potato Vine Silages.

| Composition \ Lot | Control | | | Urea (1%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Material | Silage | Yield | Material | Silage | Yield |
| Moisture | 85.65% | 84.62% | 74% | 83.79% | 79.52% | 73% |
| Crude protein | 1.98 | 2.27 | 86 | 1.97 | (4.18) | |
| Crude ash | 1.73 | 2.40 | 104 | 1.78 | 2.46 | 107 |
| Organic matter | 12.62 | 12.98 | 77 | 14.43 | 18.02 | 97 |
| Dry matter | 14.35 | 15.38 | 80 | 16.21 | 20.48 | 98 |
| Total nitrogen | 0.317 | 0.362 | 86 | 0.682 | 0.668 | 76 |

## III. 鉱酸の添加（テオシントエンシレージ）

鉱酸添加の効果については，多くの実験があり，著者も亦レンゲソウ，サツマイモツルその他を材料として，効果のあることを認めたが[2)3)4)]，ここではテオシントに A. I. V.-酸を添加して製造した一例を述べる．

### 1.　材料及び方法

昭和30年10月8日 Teosinte (*Euchloena mexicana* SCHRAD.) を刈りとり（160～200cm 草丈），3時間位天陽に乾燥し（重量にて12%を減ずる），2～3cm に細切して，外より内部を観察するのに便なるように，硝子円筒（24cm × 58cm）を用いた．2N の HCl 9，$H_2SO_4$ 1 の混合液を材料に対し4%量撒布し乍ら10月10日埋蔵した．上面を Vinyl で密封し，更にその上を新聞紙で覆い，木製蓋をして重石をした．

外面よりの観察では5日目に熟成様の色を呈した．尚沈下の経過を記すと次のとおりである．

| 埋蔵後 | 2日目 | 3日目 | 4日目 | 5日目 | 6日目 | 開封時 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 沈下率（累積）% | 3.1 | 4.2 | 5.4 | 6.2 | 8.3 | 11.6 |

材料の乾物含量が比較的大であつたので，沈下率は比較的小であつた．

しかして Table 14 の日時に上中下層の三部分の試料をとり，有機酸の定量をし[17)]，かつ品質を鑑定し[22)23)24)]，一般分析を行つた．

### 2.　結果及び考察

粗収量及びでき上りエンシレージの品質組成等を示せば Table 14，15 の通りである．

Table 14.　Organic acid Content and the Quality of Teosinte Silage.

| Date | Layer | Dry matter | Lactic acid | Acetic acid | Butyric acid | Total | pH | Ratio L. | Ratio A. | Ratio B. | Evaluation Mark | Evaluation Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nov. 7 | Top | 20.30% | 0.89% | 0.20% | 0% | 1.09% | 3.5 | 75 | 25 | 0 | 38 | Very good |
| Dec. 27 | Middle | 20.85 | 2.09 | 0.36 | 0 | 2.45 | 3.7 | 79 | 21 | 0 | 38 | 〃 |
| March 6 | Bottom | 20.20 | 1.77 | 0.31 | 0 | 2.08 | 3.4 | 79 | 21 | 0 | 38 | 〃 |
| Average | | 20.45 | 1.58 | 0.29 | 0 | 1.87 | 3.5 | | | | | |

| Crude Yield | | | Density of Silage |
|---|---|---|---|
| | Weight | 95.7 % | |
| | Volume | 88.4 % | 0.74 g/cm³ |

Table 15. Chemical Composition of These Fodders.

| Fodders | | Moisture | Crude protein | Crude fat | N. F. E. | Crude fibre | Crude ash | Notes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teosinte | | 78.79% | 1.23% | 0.48% | 10.69% | 6.28% | 2.26% | Material crop |
| | | 12.00 | 6.91 | 1.99 | 43.66 | 26.08 | 9.36 | |
| Teosinte silage | | 79.70 | 1.20 | 0.47 | 10.04 | 6.25 | 2.34 | Top layer |
| | | | 5.91 | 2.32 | 49.45 | 30.79 | 11.53 | |
| | | 79.15 | 1.26 | 0.68 | 10.38 | 6.25 | 2.28 | Middle layer |
| | | | 6.04 | 3.26 | 49.78 | 29.98 | 10.94 | |
| | | 79.80 | 1.24 | 0.86 | 9.82 | 6.07 | 2.21 | Bottom layer |
| | | | 6.14 | 4.26 | 48.61 | 30.05 | 10.94 | |
| | | 79.55 | 1.23 | 0.67 | 10.08 | 6.19 | 2.28 | Average Composition |
| Yield of Nutrient | | | 100 | 139 | 92 | 98 | 100 | |

乾物及び有機物の収量はそれぞれ 96 及び 95 %で損失が少なかつた．埋蔵中の炭水化物の損失も比較的少なく，エーテル浸出物は増加し，その他の成分は大なる変化がなかつた．

VIRTANEN 氏[25)26)] が述べているように pH が 3～4 の間にあつたので，植物の呼吸作用が急速にとまり，分解作用が極端に制限されたことを証するものである．かつ棄却部は全く生じなかつた．また開いて後とり出し，放置の状態においてもカビることなく，相当期間貯蔵のできることを証した．

鉱酸添加は例外なく効果的であることを示すものである．

## Ⅳ. 総　　括

(1) クローバーを主とする野草を材料に，原料に対し，焼酎粕 11，43，100 %を添加して埋蔵した結果効果のあることを知つた．

焼酎粕の貯蔵法としても，エンシレージへの利用は有意義であると考えられた．

(2) 澱粉粕の添加も効果的と考えられた．

(3) イモヌカに尿素を 0.6 ～ 3 %添加して埋蔵したエンシレージ試料の分析結果，品質の上からは，1 %位迄の添加量では影響がないものと認められた．従つて反芻動物用として有用なものであると認められた．2～3%量の添加では製造中アンモニヤの生成が多く，家畜の嗜好も減ずることを認めた．

(4) サツマイモツルに 1 %の尿素を添加して埋蔵したが，無添加のものに比して，品質は劣らなかつた．

(5) A. I. V. -酸をテオシントに 4 %量添加して製造した結果，埋蔵中の損失少なく，品質優秀な製品が得られた．

## 文　　献

1) SUTOH, H. (1954) : Bull. Educational Research Institute, Fac. Educ. Univ. Kagoshima, **6**, 191—199.

2) SUTOH, H. (1942) : Jap. J. Zootech. Sci. **14**, 4, 272—4.

3) SUTOH, H. (1951) : Bull. Educational Res. Inst. Fac. Educ. Univ. Kagoshima, **3**, 99—106.

4) SUTOH, H. (1951): J. Agr. Chem. Soc. of Japan. 25, 285—289.
5) LEPPER, W. (1933): Landw. Versuchsstat, 117, 113.
6) BARNETT, A. J. G. (1952): J. Sci. Food Agr. 3, 197—205. 〔C. *A.* 46, 7678 (1952).〕
7) IGUCHI, K. (1950): Chikusan-Shiryôgaku, 622—630, In'yô
8) HIROSE, Y. (1950): Chikusan no Kenkyû, 4, 629—32, 531—532.
9) SASAKI, R. et al. (1950): Ibid., 4, 531—532.
10) HIGAKI, S. (1949): Ibid., 3, 340.
11) ARCHIBALD, J. G. (1946): J. Agr. Research, 72 (8) 277—287.
12) LEMKE (1926): Tierzucht, 7.
13) WEISE (1944): J. Dairy Sci. 27.
14) COOP, J. E. et al. (1943): New Zealand J. Sci. Tech. 24 A, 303—16.
15) BRIGL, P. et al. (1931): Biedermanns Zbt. B. Tierern. 3, 220—242.
16) Zaidanhôzin-Nippon-Shikisai-Kenkyûsho (WADA, S.) (1951): Iro no Hyôzyun (Guide to Colour Standard)
17) FLIEG, O. (1937): Biedermanns *Ztb. B. Tierern.*, 9, 2, 178—183.
18) SUTOH, H. (1956): Jap. J. Zootech. *Sci.* 27, 100—101.
19) ARCHIBALD, J. G. et al. (1945): Mass. Agr. Exp. Stat. Bull. 425, 11 pp.
20) NEVENS, W. B. et al. (1948): Illinois Agr. Expt. Stat. Bull. 529, 3—26.
21) SCHNEIDER, B. H. (1947): Feeds of the World, Their Digestibility and Composition 272—3.
22) FLIEG, O. (1938): Futterbau u. Gärfutterbereitung 1 (2), 121—8.
23) FLIEG, O. (1952): Landw. Forsch.. 3 (3), 169—76.
24) FLIEG, O. (1952): Mitt. d. Verb. Deutscher Landw. Unters. u. Forschungsanstalten S. 12.
25) VIRTANEN, A. I. (1949): Suom. Tideakad. Toimit. Annales Acad. Scient. Fennicae *A. II.* Chemica 34.
26) VIRTANEN, A. I. (1949): Proc. United Nations Sci. Conf. on the Conserv. and Util. of Resources 6, 350

# 牛乳及び乳製品中に存在する乳酸菌について

今村経明・片岡　啓

## On the lactic acid bacteria survived in milk and milk products.

Tsuneaki IMAMURA and Kei KATAOKA

Investigation of various lactic acid bacteria in milk products and discovery of useful strains are significant to dairy industry. For this reason, isolation of lactic acid bacteria from raw milk, cheese, butter and dried milk has been done. Each sample used in these experiments were obtained from different milk plants and gloceries. Methods used for the examination of isolated strains were titratable acidity for acid producing activity, formol titration for proteolytic activity, creatine test or PRILL-HAMMER's method for aroma producing activity and skimmilk-lime-agar method for isolation, respectively.

Thus, the results obtained were summarised as follows:

Almost of strains isolated from raw milk (R-) were cocci and their characters were resemble to *Str. lactis*. The strains obtained from cheese (C-) were distinguished from the above ones owing to the changes of bacterial distribution in cheese during long ripening period. In the case of dried milks (D-), thermoduric bacteria were predominant as the others had been destructed by heat treatment of spray dring. The strains from butter (B-) were also distinguished from those from raw milk, owing to the high concentration of salt (about 18% in aqueous solution). As for the proteolytic and acid producing activities, more active strains were not discovered, but more aroma producing bacteria were obtained from cheese (C-2), dried milk (D-1, D-5) and butter (B-11). Practical value of these strains were not yet examined. Proteolytic action of lactic acid bacteria were influenced with the acidity of medium. Then, the proteolysis in skimmilk were accerelated by addition of $CaCO_3$ to the medium.

乳糖を醗酵して乳酸を生成する細菌を乳酸菌（lactic acid bacteria）と呼んでいる．これを酪農に使用する目的から酸生成菌（acid producing bacteria）と香気生成菌（Aroma producing bacteria）に分けている[1]．前者はチーズ及びヨーグルト用スターターに用いられるもので，その代表的な菌種は *Streptococcus lactis, Str. cremoris, Lactobacillus bulgaricus* 及び *Lact. yoghurti* 等である．後者はバター用スターターの中に酸生成菌と共棲して存在するもので，*Leuconostoc citrovorum* 及び *Leuc. dextranicum* 等の *hetero fermentative* のものである．生成される香気の中，著明なものはダイアセチル（diacetyl）である[2]．チーズやヨーグルトの場合には凝固を容易ならしめるために酸生成力を持つ菌が要求されるが[3]，菌の蛋白分解性は同時に製品の風味に関係してくる[4]．従つて酪農用乳酸菌を使う目的は，その酸生成力，ダイアセチル生産力及び蛋白分解力の何れかを使用して牛乳中の成分を醗酵することにある．

米国で生産されるチーズその他の乳製品が欧米の先進国のものに比肩し得る様になつたのも乳酸菌の研究即ちスターターの科学の確立に負うところが大きい．我々は牛乳及び乳製品中に存在する乳酸菌の種類とその性質を調べることによつて品質との関係に一知見を得ると共に，有用な新菌株の発見を意図して以下の実験を遂行した．

## I. 実　験　方　法

1. 試料

分離のための試料には生乳（raw milk）7点，粉乳（dried milk）2種4点，チーズ（cheese）1種3点，バター（butter）2種5点を用いた．分離した菌株は整理上，これら分離源に基づいてそれぞれ R-，D-，C-，B-，なる符号を附した．

2. 乳酸菌の分離法．

a）培養基： 菌の種類によつて培養基の撰択性が異るため，組成を異にする次の3種の培養基を用いた[5]．

脱脂乳白亜寒天……肉エキス 10g，ペプトン 10g，食塩 5g，脱脂粉乳 10g，石灰 20g，寒天 20g を水 1l に溶解したもの．

酵母白亜寒天……乾燥酵母 3g の抽出液，ペプトン 10g，葡萄糖 30g，石灰 20g を水 1l に溶解したもの．

麹白亜寒天……麹汁 1l に石灰 20g 及び寒天 20g を添加したもの．

b）培養： 生乳はこれを空隙のない様に試験管内に封じて数日間集積培養したものを上記の培地に平板培養した．その他のものについては，1～2回リトマスミルクに淘汰培養した後平板培養を行つた．かびの発生を防ぐため主に 30° 及び 37° で培養し，生じた Pin head colony を滅菌脱脂乳に移植して試験に供した．

3. 分離菌の試験．

a）培養基：間歇滅菌した脱脂乳を基礎培地とした．

b）菌形：脱脂乳培地を中和した後，メチレンブルーで染色して鏡検した．

c）蛋白分解性：分解生産物たるアミノ酸を Walker 法で測定した．培養後の脱脂乳中に含まれるアミノ態窒素をホルモール滴定し，牛乳 10cc に対するアミノ態窒素の mg 数で表わした[6]．

d）芳香生産力：脱脂乳培養をクレアチンテスト（creatine test）[7] によつて検定し，陽性を示したものについて Prill-Hammer 法[8] によつて diacetyl の生産量を比色定量し，ppm で表わした．

クレアチンテストとは diacetyl 及びその母体である acetoine の簡単な定性試験法であり，その概要は試料 2.5cc を小型試験管に入れ（creatine を約5mg 加え更に40%苛性ソーダ溶液 2.5cc を加え振盪すれば陽性のものは数分後に液の表面に赤色の層が現われる．また Prill-Hammer 法とは，試料 50～100g（pH 約6.5）に対し試薬 A 1cc を加え炭酸ガス中で水蒸気蒸溜を行い，得たる溜液 11cc を 85°C で1時間加熱した後試薬Bを 1cc 加え，5分後試薬C 0.3cc，D 2.2cc 及び E 0.2cc を加える．斯くして出来た ammono ferrous dimethyl glyoximate を S.53 フイルター，10mm キユベットを用いて比色定量する．各試薬は，次の様である．

A. 醋酸ナトリウム 70g を 200cc の蒸溜水に溶解したものと，ヒドロキシルアミン 35g を蒸溜水に溶かして 800cc にしたものを 1：4 に混合したもの．

B. 第一燐酸カリ 144g 及びアセトン 200cc を水に溶かして 1l とする．

C. アンモニア水．（比重 0.90）

D. ロッセル塩 90g を 35°C に於て 50cc の蒸溜水に溶かす．

E. 硫酸第一鉄 5g を1%硫酸溶液 100cc に溶かす．

e）生酸力：脱脂乳培養 10cc を 0.1N 苛性ソーダで滴定し，得たる結果を乳酸%として表わした[9]．

f）適温試験：24時間培養後に生成される乳酸量を比較し，生酸量の多い温度を適温とした．

g）牛乳凝固力：一定時間後の牛乳を観察し，凝固の有無を＋－で表わした.

## II. 実験結果及び考察

1. 菌形

Table 1 に示す如く，分離菌株 65 株中 61 株が球菌であり桿菌は僅か 4 株に過ぎない．生乳中に存在する乳酸菌の90%以上が球菌であることは多くの研究者によつて認められている[11]．しかし長期間醱酵するチーズから桿菌が分離されないのは，使用した種類がプロセスであつたこと及

Table 1. Type, Proteolytic Activity and Acid Producing Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated From Milk and Milk Products.

| number | type | after incubation for 1 week | | number | type | after incubation for 1 week | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | amino-N (mg) | lactic acid (%) | | | amino-N (mg) | lactic acid (%) |
| R—1 | sphere | 0 | 0.67 | C—1 | sphere | 0 | 0.25 |
| 2 | sphere | 0 | 0.25 | 2 | sphere | 0 | 0.26 |
| 3 | sphere | 0.77 | 0.52 | 3 | sphere | 0 | 0.25 |
| 4 | sphere | 0 | 0.54 | 4 | spnere | 0 | 0.26 |
| 5 | sphere | 0 | 0.32 | 5 | sphere | 0 | 0.25 |
| 6 | sphere | 0 | 0.29 | 6 | sphere | 0 | 0.26 |
| 7 | sphere | 0 | 0.22 | 7 | sphere | 0 | 0.27 |
| 8 | sphere | 0 | 0.52 | 8 | sphere | 0 | 0.26 |
| 9 | sphere | 0 | 0.28 | 9 | sphere | 0 | 0.74 |
| 10 | sphere | 0 | 0.49 | 10 | sphere | 0 | 0.27 |
| 11 | sphere | 0 | 0.50 | 11 | sPhere | 0 | 0.28 |
| 12 | sphere | 0 | 0.23 | 12 | sphere | 0 | 0.27 |
| 13 | sphere | 0 | 0.34 | B—1 | sphere | 0 | 0.71 |
| 14 | sphere | 0 | 0.65 | 2 | sphere | 0 | 0.69 |
| 15 | sphere | 0 | 0.24 | 3 | sphere | 0 | 0.68 |
| 16 | sphere | 0 | 0.69 | 4 | sphere | 0 | 0.71 |
| 17 | sphere | 0 | 0.16 | 5 | sphere | 0 | 0.69 |
| 18 | sphere | 0 | 0.28 | 6 | sphere | 0 | 0.71 |
| 19 | sphere | 0 | 0.10 | 7 | sphere | 0 | 0.68 |
| 20 | sphere | 0 | 0.19 | 8 | sphere | 0 | 0.65 |
| 21 | sphere | 0 | 0.48 | 9 | sphere | 0 | 0.66 |
| 22 | sphere | 0.85 | 0.51 | 10 | sphere | 0 | 0.63 |
| 23 | sphere | 0.70 | 0.52 | 11 | sphere | 0.45 | 0.37 |
| 24 | sphere | 0 | 0.35 | 12 | sphere | 0 | 0.40 |
| 25 | sphere | 0 | 0.15 | D—1 | sphere | 0.56 | 0.44 |
| 26 | sphere | 0 | 0.08 | 2 | sphere | 0.56 | 0.37 |
| 27 | sphere | 0 | 0.31 | 3 | sphere | 0 | 0.33 |
| 28 | sphere | 0.70 | 0.14 | 4 | sphere | 0.70 | 0.43 |
| 29 | sphere | 0.70 | 0.12 | 5 | sphere | 0 | 0.51 |
| 30 | sphere | 0.70 | 0.12 | 6 | sphere | 0.63 | 0.27 |
| 101 | rod | 0 | 0.49 | 7 | sphere | 0.42 | 0.46 |
| 102 | rod | 0 | 0.24 | | | | |
| 103 | rod | 0 | 0.56 | *Str. lactis* | sphere | 0.28 | 0.66 |
| 104 | rod | 0 | 0.18 | *Lact. bulgaricus* | rod | 0.70 | 0.08 |

び実験操作上平板表面の pin head colony を撰択することが多かつたためと思われる．バターは脂肪を主体とする食品である上に高濃度の食塩（水溶液として15～20%になる）のために細菌の生育に適していない．しかも我が国では醱酵バターを作つていないので，牛乳中に本来存在する球菌が優位を占めていると思われる．

2. 生酸力及び蛋白分解性

代表的酪農用乳酸菌の *Str. lactis* 及び *Lact. bulgaricus* に比し，特に顕著な生酸力を持つ菌株を分離出来なかつた．バターから分離された菌は比較的生酸力の強いものが多かつたが，チーズからのものには殆んど見当らなかつた．チーズ製造に用いられる乳酸菌は生酸力の強いことが必要条件であるが，熟成中に起る成分変化に伴い生存する菌の分布が変化してきたためと思われる．例えば製造直後は葡萄糖を消費する球菌が盛んに生育しているが，その後はガラクトースを消費する菌が優勢を占めることが報告されている[12]．即ち乳糖を構成する葡萄糖とガラクトースの中，葡萄糖の方が早く消費されてしまう．従つて熟成の段階によつて乳酸菌の分布が異り，この結果のみでチーズ中の乳酸菌の分布を論議することは出来ない．しかし粉乳では乾燥熱で淘汰される結果になるため，残存する菌の性質が比較的類似している．バターの場合にも耐熱性の弱い菌は生存出来なくなると思われる．

蛋白分解性についても特異な菌株を発見出来なかつた．一般に桿菌は球菌より蛋白分解力が強い．このことは旨味の発生する熟成終期のチーズ中に比較的桿菌が見られることにも関連する[10]．しかし乳酸菌の発育適温は 30°～40°であるのにチーズの熟成は比較的低温（10°C 以下）で行われる．従つてこの様な低温で長期間培養した場合について観察したところ Table 2 に示す結果を得た．即ち 10° と 30° に於ける最終生酸量及び蛋白分解度に差が認められない．

生酸量に関しては発育適温よりも若干低い温度で培養した方が多くなるという報告もある[14]．この実験に於ては蛋白分解度にこの傾向が認められた．

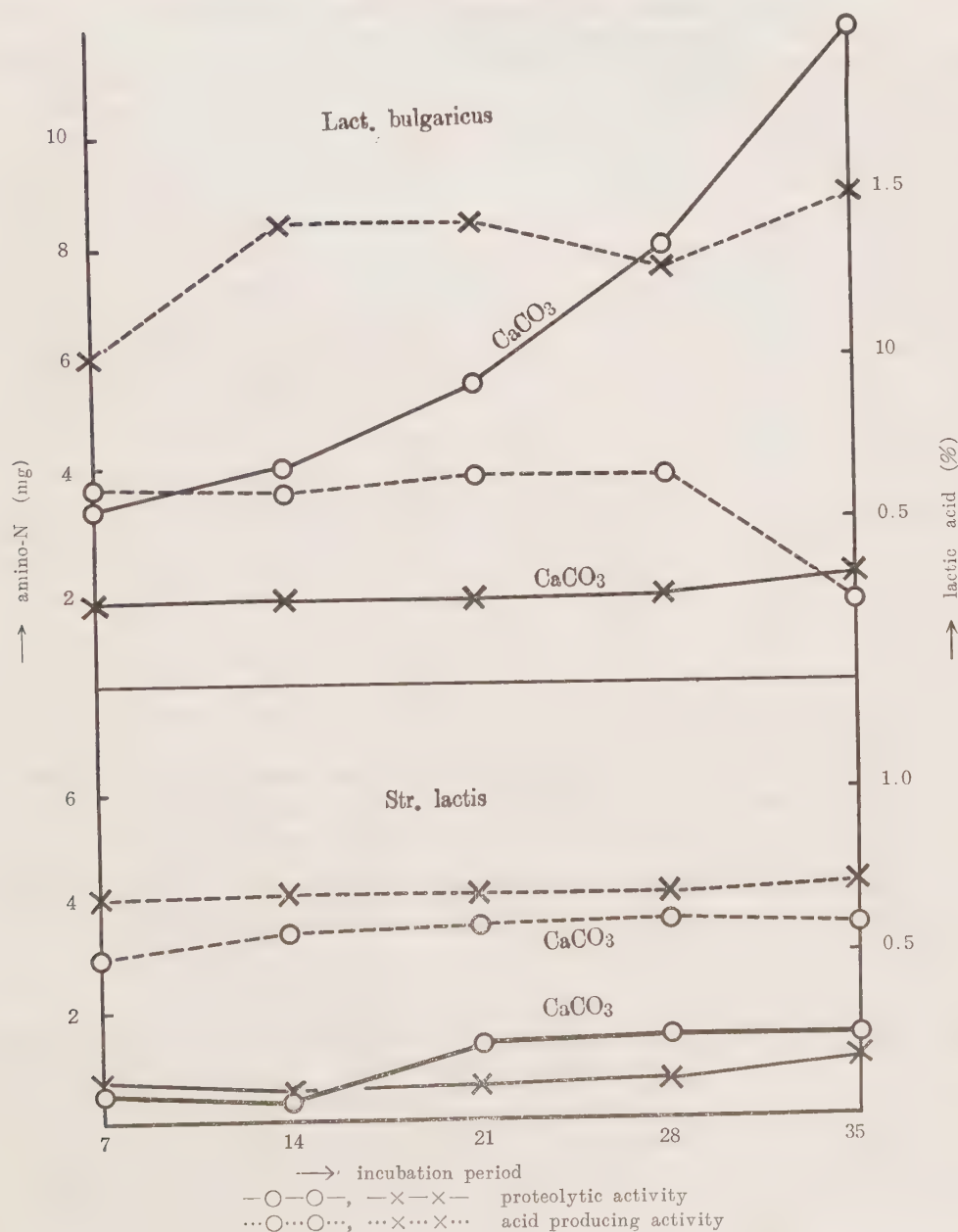
Table 2.　Proteolytic Activity and Acid Producing Activity of Isolated Lactic Acid Bacteria.

| number | amino-N (mg) | | lactic acid (%) | | number | amino-N (mg) | | lactic acid (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10°C | 30°C | 10°C | 30°C | | 10°C | 30°C | 10°C | 30°C |
| R—1 | 0.40 | 0.40 | 0.55 | 0.69 | C—5 | 0.16 | 0.08 | 0.42 | 0.43 |
| 11 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.52 | 6 | 0.16 | 0.08 | 0.48 | 0.43 |
| 14 | 0.48 | 0.64 | 0.52 | 0.49 | 7 | 0.16 | 0.08 | 0.44 | 0.51 |
| D—1 | 0.80 | 0.72 | 0.48 | 0.50 | 8 | 0.16 | 0.08 | 0.45 | 0.52 |
| 4 | 0.10 | 0.08 | 0.46 | 0.47 | 9 | 0.36 | 0.08 | 0.46 | 0.46 |
| 5 | 0.96 | 0.88 | 0.49 | 0.50 | 10 | 0.08 | 0.08 | 0.47 | 0.46 |
| 7 | 0.12 | 0.96 | 0.49 | 0.51 | 12 | 0.32 | 0.16 | 0.50 | 0.49 |
| C—2 | 0.40 | 0.32 | 0.51 | 0.46 | B—7 | 0.40 | 0.40 | 0.53 | 0.52 |
| 3 | 0.24 | 0.16 | 0.47 | 0.42 | 11 | 0.08 | 0.00 | 0.43 | 0.49 |
| 4 | 0.24 | 0.00 | 0.49 | 0.43 | 12 | 0.00 | 0.00 | 0.42 | 0.48 |

プロテアーゼは概してアルカリ性に於いて活性度が高い．従つて生成された乳酸によつて培地が酸性に傾く場合には，その活性が抑制されると思われる[11]．特に *Lact. bulgaricus* の様に生酸力の旺盛なものに顕著である．そこで培地に $CaCO_3$ を添加して pH の低下を防ぎ乍ら蛋白分解度を調べたところ Fig. 1 の如き結果を得た．

$CaCO_3$ 添加により蛋白分解度は著しく増大するとともに酸度の上昇が抑制される．特に培養末期に酸度の減少を示すのは，蛋白分解物の蓄積によつてアルカリ性に傾くためであろう．この様に乳糖分解により生成する乳酸と蛋白分解により生成するアンモニアその他塩基とによつて pH が変動すると考えられる．両者が平衡して決定される pH が乳酸菌の代謝即ち醱酵の状態，乳製品の品質に影響して来る．

チーズの場合には pH 5～6 の微酸性のときに正常な醱酵が進められる．

Fig. 1. Effect of $CaCO_3$ on the proteolytic activity of Lact. bulgaricus and Str. lactis.

3. 香気生産性

乳製品の香気成分は解明されていない．しかし diacetyl がバターの主要な香気成分であることには異論がない[2]．このものはクエン酸が分解されて出来るものであるが，acetyl methyl carbinol (別名 acetoin) に変り易く，溶液中では両者が平衡関係を保つている．acetoin は香気には関係しないともいわれている．ところがクレアチンテストでは両者を同時に検出することになるので，別に diacetyl を定量して比較することにした．

分離菌株について行つたクレアチンテスト及び diacetyl 定量の結果は Table 3 に示す通りである．

Table 3.　Aroma Producing Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated From Milk and Milk Products.

| number | creatine test | lactic acid (%) | diacetyl (ppm) | pH | temperature of incubation |
|---|---|---|---|---|---|
| R—1 | ± | 0.78 | 0.94 | 4.27 | 30 |
| 11 | — | 0.64 | 0.66 | 4.58 | 37 |
| 14 | — | 0.36 | 0.65 | 5.72 | 37 |
| D—1 | + | 0.72 | 1.98 | 4.38 | 37 |
| 4 | ++ | 0.53 | 1.27 | 4.94 | 37 |
| 5 | ++ | 0.73 | 1.64 | 4.46 | 37 |
| 7 | + | 0.73 | 0.82 | 4.58 | 37 |
| C—2 | + | 0.57 | 1.60 | 4.51 | 37 |
| 3 | + | 0.52 | 1.29 | 4.94 | 37 |
| 4 | + | 0.52 | 1.10 | 4.99 | 37 |
| 5 | ++ | 0.48 | 1.14 | 4.99 | 37 |
| 6 | + | 0.51 | 1.13 | 5.01 | 37 |
| 7 | ++ | 0.50 | 0.90 | 5.09 | 37 |
| 8 | ++ | 0.49 | 0.98 | 5.08 | 37 |
| 9 | ++ | 0.49 | 0.89 | 5.03 | 37 |
| 10 | ++ | 0.56 | 1.06 | 4.90 | 37 |
| 12 | ++ | 0.51 | 0.97 | 5.06 | 37 |
| B—7 | — | 0.93 | 0.41 | 4.25 | 30 |
| 11 | + | 0.44 | 1.79 | 5.25 | 30 |
| 12 | + | 0.43 | 2.03 | 5.30 | 30 |

これを現在当研究室に保管している乳酸菌に比較すると (Table 4 参照)，芳香生産性が強い．

従来 *Str. lactis* は酸生成菌と考えているが著者は曾て可成りの diacetyl をも生産することを認めた[12]．香気生成菌である *Leuc. citrovorum* は酸生成力は極めて弱く，加うるに *Str. lactis* 等と共棲させないと牛乳に生育しない．従つて両方の性質を備えた菌が発見されれば製造工程が極めて容易になる．D-1，D-5，E-2，B-11 等はこれに近いものと思われるが，実用性に関しては多くの製造実験に俟たなければならない．

Table 4.　Diacetyl Production by Various Lactic Acid Bacteria.

| | lactic acid (%) | diacetyl (ppm) | pH | temperature of incubation |
|---|---|---|---|---|
| *Str. lactis* | 0.49 | 0.66 | 4.90 | 30°C |
| *Str. cremoris* | 0.46 | 0.53 | 4.97 | 30°C |
| *Leuc. citrovorum* | 0.52 | 1.25 | 4.97 | 25°C |
| *Leuc. paradextranicum* | 0.28 | 0.29 | 5.92 | 25°C |

4. 発育適温及び牛乳凝固試験

酪農用乳酸菌の発育適温は 25～40°C の範囲にあり概して高温性のものが多い．即ち *Str. thermophilus, L. joghurti* は 45～50°C；*L. casei, L. acidophilus, L. bulgaricus* は 35～40°C：*Str. lactis, Str. cremoris* は 30～35°C；*Leuc. citrovorum, Leuc. dextranicum* は 25～30°C である[13]．分離菌株を同定する一助とするため，各菌株の発育適温を調べた．一定量の脱脂乳培地に生育させたとき生成する乳酸量を以つて判定したところ，30° を op-temp とするものが多く，粉乳から分離した

Table 5.　Effects of incubation temperature on the acid producing activity of isolated strains.

| number | coagulation of milk | incubation temp. as | | | | number | coagulation of milk | incubation temp. as | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 25° | 30° | 35° | 40° | | | 25° | 30° | 35° | 40° |
| R—1 | — | 0.50 | 0.50 | 0.44 | — | D—1 | + | 0.11 | 0.33 | 0.40 | 0.45 |
| 2 | + | 0.37 | 0.47 | 0.41 | — | 2 | + | 0.18 | 0.36 | 0.39 | 0.49 |
| 3 | + | 0.19 | 0.32 | 0.31 | — | 3 | + | 0.17 | 0.11 | 0.14 | 0.24 |
| 4 | + | 0.28 | 0.41 | 0.17 | — | 4 | + | 0.04 | 0.09 | 0.12 | 0.31 |
| 5 | + | 0.32 | 0.47 | 0.26 | — | 5 | + | 0.18 | 0.36 | 0.50 | 0.56 |
| 6 | + | 0.53 | 0.61 | 0.48 | — | 6 | + | 0.18 | 0.35 | 0.42 | 0.55 |
| 7 | + | 0.20 | 0.31 | 0.26 | — | 7 | + | 0.16 | 0.35 | 0.42 | 0.48 |
| 8 | + | 0.54 | 0.61 | 0.48 | — | C—1 | — | — | 0.11 | 0.17 | 0.13 |
| 9 | + | 0.53 | 0.58 | 0.47 | — | 2 | — | — | 0.10 | 0.15 | 0.12 |
| 10 | + | 0.30 | 0.32 | 0.31 | — | 3 | — | — | 0.11 | 0.18 | 0.12 |
| 11 | + | 0.30 | 0.37 | 0.43 | — | 4 | — | — | 0.11 | 0.16 | 0.14 |
| 12 | + | 0.50 | 0.56 | 0.45 | — | 5 | — | — | 0.10 | 0.18 | 0.11 |
| 13 | + | 0.01 | 0.32 | 0.12 | — | 6 | — | — | 0.10 | 0.17 | 0.13 |
| 14 | + | 0.60 | 0.59 | 0.50 | — | 7 | — | — | 0.15 | 0.16 | 0.12 |
| 15 | + | 0.24 | 0.31 | 0.32 | — | 8 | — | — | 0.12 | 0.17 | 0.15 |
| 16 | — | 0.52 | 0.58 | 0.54 | — | 9 | — | — | 0.12 | 0.18 | 0.13 |
| 17 | + | 0.24 | 0.33 | 0.32 | — | 10 | — | — | 0.11 | 0.17 | 0.14 |
| 18 | + | 0.28 | 0.50 | 0.40 | — | 11 | — | — | 0.10 | 0.17 | 0.12 |
| 19 | + | 0.58 | 0.67 | 0.47 | — | 12 | — | — | 0.61 | 0.17 | 0.12 |
| 20 | + | 0.37 | 0.46 | 0.32 | — | B—1 | + | 0.47 | 0.59 | 0.51 | — |
| 21 | + | 0.54 | 0.56 | 0.46 | — | 2 | + | 0.47 | 0.61 | 0.54 | — |
| 22 | + | 0.60 | 0.68 | 0.49 | — | 3 | + | 0.41 | 0.61 | 0.54 | — |
| 23 | + | 0.54 | 0.60 | 0.48 | — | 4 | + | 0.49 | 0.59 | 0.55 | — |
| 24 | + | 0.55 | 0.61 | 0.48 | — | 5 | + | 0.49 | 0.62 | 0.51 | — |
| 25 | — | 0.15 | 0.05 | 0.09 | — | 6 | + | 0.47 | 0.61 | 0.52 | — |
| 26 | + | 0.09 | 0.14 | 0.31 | — | 7 | + | 0.48 | 0.62 | 0.50 | — |
| 27 | + | 0.05 | 0.13 | 0.28 | — | 8 | + | 0.51 | 0.61 | 0.51 | — |
| 28 | + | 0.19 | 0.27 | 0.31 | — | 9 | + | 0.46 | 0.62 | 0.55 | — |
| 29 | + | 0.18 | 0.26 | 0.36 | — | 10 | + | 0.52 | 0.59 | 0.54 | — |
| 30 | + | 0.19 | 0.25 | 0.29 | — | 11 | ± | 0.06 | 0.19 | 0.19 | 0.10 |
| 101 | + | 0.00 | 0.03 | 0.50 | — | 12 | + | 0.05 | 0.19 | 0.21 | 0.20 |
| 102 | + | 0.00 | 0.03 | 0.30 | — | | | | | | |
| 103 | + | 0.00 | 0.02 | 0.37 | — | | | | | | |
| 104 | + | 0.00 | 0.14 | 0.35 | — | | | | | | |

(numbers in table give % of lactic acid in medium)

菌株は更に高温性のものが多かつた．(Table 5 参照)．生乳から分離した球菌は *Str. lactis* 類似のものと想像される．粉乳中に高温細菌が多いのは spray drying の際の熱により低温細菌が死滅するためであろう．

既に述べた如くチーズの醱酵は低温で行われる．その理由の一つは雑菌の汚染を防ぐことにある．従つて低温でも活力旺盛な菌の存在が望ましいのであるが，その様な菌は発見出来なかつた．また牛乳を凝固するためには酸度を適当に高めるか凝乳酵素を用いるかによつていた．しかし凝乳酵素を生産する菌株があれば酸度が低くとも牛乳を凝固させる筈である．この様な菌を見出すことは出来なかつたが，実用上特異な菌であると思うので今後も努力を続けたいと思う．

## Ⅲ. 結 論 及 び 要 約

1. 我が国に於て生産される牛乳及び乳製品の一部について乳酸菌の分布を調べたところ *Str. lactis* 類似の球菌が大部分であつた．プロセスチーズでは長い熟成期間中に原料乳中の乳酸菌やスターターに用いた乳酸菌とは異つた菌の分布を示す様になつている．粉乳の場合には製造工程に spray dring があるために高温性菌が多いことが認められた．バター中の乳酸菌も原料乳中の分布とは趣を異にしているが，これは乳酸菌にとつて栄養的に偏つていることや食塩濃度が高いことが原因かも知れない．

2. 在来のものに比し優秀な酸生成または蛋白分解性を示す菌を分離出来なかつた．蛋白分解性に関しては培地の pH が影響するところ大であつて，乳糖分解により生成する乳酸と蛋白分解により生成する塩基性化合物との相関関係によつて乳酸菌の醱酵状態が変化する．このことは特にチーズの場合に重要であると思われる．即ち乳酸生成が増大すれば酸性に傾いて旨味物質の生成が遅れ，蛋白分解が盛んになれば乳酸菌の生育が抑制されて腐敗し易くなる．従つて平衡状態如何によつて製品の品質が支配される．

3. diacetyl 量からみて優秀な香気生成菌を数株発見出来た．これ等の菌は香気生成に秀れているのみでなく，生酸力も顕著である．従つて単独使用出来るスターターとして実用化し得る可能性がある．在来の香気生成菌が酸生成菌と共棲させる必要のある点を補つている．

## 文　　献

1) 友田宣孝編 (1956)：微生物工学講座，8巻，共立出版，初版，332.
2) J. G. Davis (1955)： A dictionary of dairying, 388.
3) 佐々木林治郎，前野正久 (1952)：畜産物の科学， 3 輯，37～60.
4) 伊藤安 (1951)：チーズ，明文堂，増訂版，203.
5) 小島正秋，斉藤道雄 (1946)：乳と乳製品の細菌学，地球出版， 3 版，270～273.
6) 赤堀四郎編 (1954)：蛋白質化学，1巻，共立出版，初版，170～172.
7) 小沢康郎 (1953)：酪農用乳酸菌の研究，農技研報告，G. No. 5, 23～29.
8) E. A. Prill and B. W. Hammer (1938)： A colorimetric method for the microdetermination of diacetyl. Iowa. St. Co. Sci. Vol. 12, 835～95.
9) 東大農芸化学教室編 (1952)：実験農芸化学，下巻，朝倉書店，初版，602.
10) 佐々木林治郎，中江利孝 (1956)： 牛乳から分離した乳酸菌の蛋白分解力について，日本畜産学会報，27巻，別号，9～10.
11) 小沢康郎，見坊寛 (1953)：乳酸菌の蛋白分解力について，農技研報告，G. No. 6, 51～54.
12) 佐々木林治郎，津郷友吉，今村経明，村井宗昭 (1954)：乳酸菌による diacetyl 生産について，日畜会報，24巻， 4 号，176～179.
13) 友田宣孝編 (1956)：微生物工学講座，8巻，共立出版，初版，233.

# 松 茸 害 虫 の 種 類 と 被 害*

清　久　正　夫

## Studies on the Insect Fauna of the Japanese Pine Mushroom and the Damage due to the Insect Pests

Masao KIYOKU

Studies have been made on the fauna, damage and bionomics of the insects ingurious to Japanese pine mushrooom in Hiroshima prefecture.

(1) Seventeen species of boring insect pests (table 1), fourteen species that feed on the outer layers (table 2), two species of nematoda and a few of *acarina* spp. have been found through the investigation. Of these species, nine have been recorded newly as the insect pests of the mushroom.

(2) Considering the number of individuals found, frequency of occurrence and the degree of damage on mushroom, the following species are considered to be important insect pests in the prefecture : *Drosophila bizonata*, *D. busckii*, *D. transversa*, *Aphiochaeta matsutakei*, *Psychoda fugicola*, *P. nigriventris*, *Suillia sp.* and a species of *Cecidomyiidae.*

(3) Judging from the nature of injury by the major insect pests, i. e. *Drosophila*, *Aphiochaeta* and *Psychoda* (Fig. 2), it seems certain that adults deposit eggs on the surface of mushroom when the mushroom is young and the newly hatched larvae bore into its stem. The percentage of injured mushrooms has been found to be above 73 %.

(4) The number of species boring in a stem of mushroom is ordinarily one, but it is sometimes found that two or three species are found together. The proportion of the occurrence has been found to be 54 %, 31 % and 15 %, respectively.

(5) By rearing in the laboratory, it has been found that pupal periods are seven days for *Drosophila*, six days for *Psychoda* and thieteen days for *Aphiochaeta* in Autumn. Supposing from the periods from time of collection of injured mushrooms to the emergence of adults from them, the total growing periods of the insects are presumed to be approximately three weeks for *Psychoda*, over three weeks for *Drosophila* and much longer for *Aphiochaeta.* The duration of time required by the insects for growing may possibly be much longer than that for the growth of mushroom. From these findings, we are able to surmise that the second generation of these insect pests cannot be produced in the growing season of the pine mushroom.

(6) The insect fauna in the field in which the pine mushroom grows has been studied by the sweeping method. The field surveys have been carried out at various intervals throughout the year, and we have been able to indicate the seasonal change of the population denesity of these insect pests. Two peaks can be recognized in a year ; the first peak appears during May-June and the second one during Octover-November (Fig. 4). The appearance of the first peak of insects is earlier than that of the mushroom during May-June, whereas the second peak of insects is later than the latter during Octover-November.

* 本研究は昭和31年度文部省科学研究費一田添「松茸増産に関する研究」の一部分担研究である．
本報の一部は昭和32年3月，日本応用動物昆虫学会大会にて講演した．

(7) The diurnal fluctuation of the insect population has been recognized by these stuies.

## 緒　　言

松茸の虫害については従来より知られているが，これに関する研究は比較的少い．最近岩村，野淵（1953，1954）が害虫の種類の識別と殺虫剤による防除に関する研究を試みようやく明らかになつて来つゝあるが，それら害虫の生態一般に関しては尚不明の点が多い．

近年広島に於いて輸出の缶詰用松茸の品質が問題になり害虫の研究が必要になつて来た．本邦における有数の松茸産地である広島の松茸にも岩村等が認めた害虫が認められるか，或はこれとは別の種類が認められるか，それらの種の松茸害虫としての重要性．合理的な防除を実施するに当りぜひ必要な害虫の生態上の知見等．今尚不明の点が多いので先ず当地方の防除の対象とすべき重要種の決定と防除に必要な昆虫の生態特に害虫の侵入過程及び松茸山に於ける発生消長を知る為の調査を実施しその結果を報告する．

本報を草するに当り研究遂行上に多大の御援助を賜わつた広島農業短期大学教授田添元博士，岡山大学岩村通正教授，京都大学浜田稔博士に深謝すると共に種の同定に関して御教示を賜わつた東京都立大学岡田豊日博士，玉川大学教授岡田一次博士，西京大学教授徳永雅明博士，同中根猛彦氏，京都大学吉井良三博士，名古屋大学教授弥富喜三博士，林野庁岸田久吉博士，三重県農事試験場近藤鶴彦技師の各位に対し，御礼を申し上げる．

## I．材料及び方法

本研究は1956～1957年主として広島県西条町に於いて実施した．害虫の種の調査には所定の試験地で松茸採集を行い，松茸を見付けるとその表面に附着している虫が逃げない様にセロファン袋をかぶせてとり，これを実験室に持ち帰つて外面に附着した虫を調べた後，松茸を１本ずつ金網蓋つきガラス円筒型飼育器に入れ羽化するまで毎日観察をつゞけた．又斯様な調査と平行して１定試験区域内の松茸の「シロ」で掬網による昆虫の採集を行い種類と発生量を調べた．松茸の被害調査は主として被害松茸の解剖を実施した．

## II．調　査　成　績

1．松茸に集まる昆虫の種類

夏季は1956年５月下旬より６月中旬，秋季は同年９月下旬より10月中旬にわたり松茸を採集し，飼育瓶中に１本ずつ入れ羽化する昆虫を観察したその結果は第１表である．

第１表に掲げた昆虫類は厳密な１次性害虫ばかりではないが，一応これら17種を松茸内に侵入したものとして列挙する．

表中に示した羽化個体数を見るとどの種類の寄生が多いかの見当がつきそうだが，中には羽化しないものもあるので幼虫数も附記した．例えば *Aphiochaeta matsutakei* では羽化数は少ないが幼虫数は少ないとは言えない．又 *Suillia sp.* の様に羽化するものはないが幼虫の寄生量は少なくはない．

斯様に広島県にも多数の種類が松茸に侵入することがわかつたが，従来より松茸穿孔性害虫として知られた３種，岩村等が新たに認知した双翅目６種，双翅目以外のもの２種及び穿孔性害虫として疑ある種として挙げた４種合計15種と比較すると，本研究でも認められたものは *Drosophila bizonata*, *D. transversa*, *Psychoda fungicola*, *Aphiochaeta matsutakei*, *Scatopse sp.*, *Chiro-*

*nomidae* の1種，*Muscidae* の1種，*Tenebrionidae* の1種の8種であり，残り7種即ち *Fungivoridae* の1種（第1表の *Delopsis sp.* とは別種），*Ula cincta*, *U. fungivora*, *Scatophagidae* の1種，*Culicoides absoletus*, *Leucotermes speratus* 及び *Parastemma matsutakei* は認められなかつた．然し本研究で新たに認められた種類が9種ある．

それらは *D. busckii*, *D. nigromaculata*, *D. brachynephros*, *D. melanogaster*, *Psychoda nigriventris*, *Suillia sp.*, *Cecidomyiidae* の1種，*Sciara sp.*, *Delopsis sp.* である．今従来より知られたものを合算すると松茸に侵入する種類のみで24種に達する．然しこれらがすべて重要害虫ではない．害虫としての意義は後で述べる．

次に松茸の表面に附着していた昆虫及び松茸をセロファン袋に入れて持ち帰つて調査し松茸の裂傷等から取り出した昆虫を列記する．それは第2表である．

第2表に示めした昆虫類の寄生状況を記すと，トビムシ類の中 *Odonthella sp.* は多数のものが松茸の傘の「ヒダ」に，*Tomocerus sp.* は2種共その茎の基部に附着していた．それらに対し *Isotoma sp.* は茎の内部にも侵入していた．ハネカクシ類の内*Tachyporus celatus* は傘の裂傷或は裏面の「ヒダ」に集まり，他の3種は茎の内部に侵入していた．故にこれらと *Isotoma sp.* とは穿孔性の疑いもないではないがこれらの被害の様相は明らかでなかつた．

*Scaphisoma rufum* は上記の *Odonthella sp.* と同様開いた傘の「ヒダ」に多数集合していたがその食害痕は認められなかつた．或は胞子を食害するかも知れないが観察することが出来なかつた．*Scirtes japonics* 及び *Calathus sp.* は松茸の茎に附着しているのを見た．これらが松茸を食害するかどうかはわからない．これに反して *Gryllodes berthellus* と *Blattidae* の1種は傘の裂傷に入り又後者は傘の「ヒダ」に集まり食害す

Table 1. Kind and Number of boring Injurious Insects in Japanese Pine Mushroom.

| Season of observation | Summer | Autumn |
|---|---|---|
| Number of observed mushrooms | 9 | 75 |
| Species | Number of emergence | |
| *Drosophila busckii* | 5 | 992 |
| *D. bizonata* | 105 | |
| *D. transversa* | 3 | 10 |
| *D. nigromaculata* | 0 | 1 |
| *D. brachynephros* | 0 | 3 |
| *D. melanogaster* | 0 | 1 |
| *Psychoda fungicola* | 123 | 1884 |
| *P. nigriventris* | | |
| *Aphiochaeta matsutakei* | 20 | 10(319) |
| *Scatopse sp.* | 0 | 23 |
| *Sciara sp.* | 0 | 8 |
| *Delopsis sp.* | 0 | 2(6) |
| *Suillia sp.* | 0 | (75) |
| *Chironomidae gen. sp.* | 1 | 0 |
| *Cecidomyiidae gen. sp.* | 0 | 1(30) |
| *Muscidae gen. sp.* | 2 | 0 |
| *Tenebrionidae gen. sp.* | (1) | (2) |

* Roundbracket shows a number of larvae

Table 2. Kind and Number of unboring Insects obtained from Mushroom.

| Species | Number of insects |
|---|---|
| *Isotoma sp.* | 12 |
| *Odonthella sp.* | 100 |
| *Tomocerus sp. 1.* | 70 |
| *Tomocerus sp. 2.* | 50 |
| *Tachyporus celatus* | 15 |
| *Atheta sp.* | 1 |
| *Proteinus sp.* | 13 |
| *Bolitochara sp.* | 1 |
| *Scaphisoma rufum* | 100 |
| *Scirtes japonicus* | 5 |
| *Calathus sp.* | 2 |
| *Gryllodes berthellus* | 12 |
| *Blattidae gen. sp.* | 20 |
| *Formicidae gen. sp.* | 11 |

るのを見た．松茸山所有者の話によると当地方で松茸の「ツボミ」を外部より食害するものはコオロギの他に黒い虫が2種あり，その食害痕は松茸が生長すると拡大し丸い凹んだ大孔になると言う．それらの2種は *Tachyporus celatus* と *Blattidae* の1種であることが確かめられた．尚 *Formicidae* の1種が松茸内部に入つているのを見たがその害は明でなかつた．

以上松茸の外部につく昆虫の種類も少なくはないが害虫として特記せねばならぬと思うものは *Gryllodes berthellus*, *Blattidae* の1種，及び *Tachporus celatus* であろう．併しトビムシ類や *Scaphisoma rufum* 等が胞子を食害するならばゆるがせには出来ない．

最後に昆虫類ではないが松茸を採集し実験室内で飼育中に松茸内にて繁殖する小動物を附記する．それらは次の線虫と「ダニ」である．

(1) *Rhabditis sp.*　　(2) *Diplogaster sp.*
(3) *Tyroglyphidae* の1種　　(4) *Gamasidae* の1種

上記の種類は飼育瓶の中ばかでなく松茸山にはえている松茸内にも僅かに認めることが出来た．松茸の虫による被害部が黄色を帯び始めた頃以後には大てい線虫が入つていると見てよい程であつた．ダニの内特に *Tyroglyphidae* も線虫と一緒に寄生していた．斯様な被害松茸を持ち帰り数日すると線虫も *Tyroglyphidae* の1種も繁殖して無数に増加する．飼育環境が乾燥に傾くと多数の線虫が松茸の表面に集まり相互に縄の様にからみ合い先端を動かす．この様子を肉眼で見ると白いくもの巣が微風で揺れているように見える．これらは松茸の1次性害虫でもなく又人間に害はないとしても余り気持のよいものでない．その様な意味で害虫と言えるかも知れない．

2.　穿孔性重要種の寄性及び加害状態

松茸の発生時期も地域も限られているので害虫の生態に関する調査はそれほどたやすくはない．従つて従来より生態に関する知見は少ない．その様な事情にかんがみ知り得た2～3の事項について記する．松茸の害虫としては茎内に侵入するものが重要であるから，特にその方面に注意を払つた．

**侵入する種類の寄生量及び頻度**　厳密に調査するには松茸内に侵入した幼虫を算えるべきであるが松茸を取扱う場合には研究上に種々の制限を受けるので実験室に持ち帰つた松茸から羽化して来る成虫の数を算えた．然し羽化し難いものもあるので確認の出来た幼虫数をもつて補足した．その結果の大要は既に第1表に示したがこれだけでは問題の考察に不充分なので細かな成績表を掲示することゝする．それは第3表である．

Table 3.　Number of Insects emergencing from Mushroom in Laboratory rearing.

| Genus name | Plot of observation | | | | | | Mean value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Oct. 14 | Oct. 16 | Oct. 21 | Oct. 26 | Oct. 27 | T | Number of mushrooms | Number of insects | Number of insects per a stem |
| *Drosophila* | 44 | 65 | 203 | 228 | 40 | 427 | 12.5 | 167.8 | 13.4 |
| *Psychoda* | 138 | 115 | 536 | 118 | 11 | 969 | 〃 | 314.0 | 25.1 |
| *Aphiochaeta* | 1 | 2 (9) | 3 (260) | 1 (35) | 1 (10) | 2 (5) | 〃 | 1.7 (53.1) | 4.4 |
| *Scatopse* | 2 | 14 | 3 | 0 | 0 | 4 | 〃 | 3.8 | — |
| *Sciara* | 1 | 2 | 1 | 4 | 0 | 0 | 〃 | 1.3 | — |
| *Delopsis* | 0 | 1 | 1(6) | 0 | 0 | 0 | 〃 | 0.3(1.0) | — |
| *Suillia* | (2) | (17) | (35) | (14) | (3) | (4) | 〃 | (12.5) | 1.0 |
| *Cecidomyiidae* | 0 | 0 | 1(30) | 0 | 0 | 0 | 〃 | 0.2(5.0) | 0.4 |
| *Tenebrionidae* | (1) | 0 | (2) | 0 | 0 | 0 | 〃 | (0.5) | — |

第3表によると *Psychoda* と *Drosophila* が他種に比してはるかに多く，これについで *Aphiochaeta* その次は数がずつと少なくなるが *Suillia* である．これらの4種はどの調査時にも見られた．然し第5位以下になると個体数も少ないばかりでなくどの調査にも見られると云うものではなかつた．寄生の数量と頻度からすれば平均値で松茸1本には必ず1頭以上侵入している事となる第4位 *Suilla* 以上は重要であろう．

第3表に示した平均値によつて寄生量の多い順番と寄生量との関係を示す為に順番を横軸に寄生量の対数を縦軸にとつて作図すると第1図が得られる．

Fig. 1. Insect Fauna in the Pine Mushroom Stems, shown by Geometrical Progresson Method.

第1図によれば松茸に侵入する種類の寄生量とその多い順番との間には元村の法則(1932)があてはまる様に思われる．尚この図で寄生量の多い順番が明瞭にわかる．それは *Psychoda*—*Drosophila*—*Aphiochaeta Suillia*—*Cecidomyiidae*—*Scatopse*—*Delopsis Sciara*—*Tenebrionidae* である．

***Psychopa, Drosophila, Aphiochaeta* の加害及び発生状態**　前節で寄生量も多く寄生の頻度も高く，被害がよく似ている上記3種についてまとめて示す．これらの害虫がどの様にして松茸内に侵入するかは佐々木（1935）によれば *Aphiochaeta matsutakei* では成虫が松茸の表面に卵を産みつけ，孵化した幼虫が茎内に食入すると云う．

注意しながら採集した20本の松茸の表面をルーペによつて観察した．其の結果中等大の「ツボミ」の傘部の凹みに2ケ卵（表径 1mm 以内，紡錘形白色，内容の中空）を見た．併し之は前記3種の昆虫の卵ではなかつた．この松茸を解剖し被害部まで幼虫が通過したであろう痕跡を探したが明らかな証拠を見つけることが出来なかつた．然し之の裏付けとなる被害相を調べる為各種の発育時期の被害松茸を縦横に切開し松茸の発育に伴う被害部位の変化を検討した．その結果を綜合して図示すると第2図が得られる．

Fig. 2. Slices of the injured Mushroom of Various Stages of Development.
A : early period of "Tsubomi" stage
B : "Tsubomi" stage
C : late period of "Tsubomi" stage

第2図に示す様に若い「ツボミ」松茸の被害部は柄の中央部にかぎられその容積も大きくない．この時期で被害部が石付の部分に達するものは少ない (A)．大きい「ツボミ」松茸では被害部も広く石付きの部分にも達し，又上部へも拡がり傘部の近

くに達する．被害部の横えの広がりの最も広い所は茎の中位以下である (B)．傘部にも達し茎部が中空になるものもある (C)．斯様に被害部の位置と大きさの変化を松茸の発育と関係ずけて考えると若し昆虫が松茸の若い時期に茎に侵入するとすると，上記の様な被害相が見られるのはもつともだと思われる．何となれば松茸の生長点は傘部と茎の境介附近にあると云われるから伸長はその部が早く行なわれるであろう．従つて茎内の蛆は茎の中位よりも下方に残され，伸長部の組織が充実すれば蛆も上方に進み遂には傘部にも侵入するであろうからである．直接の観察では確かめられなかつたがこれらの害虫が松茸をおそう過程はやはり成虫が松茸の若い時期に産卵し，孵化した幼虫が食入すると云うのが多い様に思われる．

松茸害虫の被害率については場所により時期によつて相違するだろうが試みに「ツボミ」松茸について調査した結果は第4表である．

Table 4.　Percentage of injured Mushrooms to Normal Ones.

| Locality | Date of observation | Number of test mushrooms | Number of injured mushrooms | Percentage |
|---|---|---|---|---|
| Goda | Oct. 14 | 10 | 5 | 50 |
| Saijo | Oct. 16 | 15 | 10 | 60.6 |
| 〃 | Oct. 26 | 10 | 7 | 70 |
| Hachihonmatsu | Oct. 14 | 20 | 18 | 90 |
| 〃 | Oct. 21 | 20 | 15 | 75 |
| Total and mean | ／ | 75 | 55 | 73.3 |
| Mushrooms brought from a green grocer (1) | Oct. 24 | 12 | 5 | 41.6 |
| 〃 (2) | 〃 | 8 | 3 | 37.5 |
| 〃 (3) | 〃 | 9 | 4 | 44.5 |
| Total and mean | ／ | 29 | 12 | 41.3 |

第4表によれば松茸山の標本調査で最小50%最大90%，その間に比較的大きい変異があるが平均値をもつてすれば73%余りの被害となる．之に対し店から買つたものは少し低くて平均40%余りになる．

これらの被害率は昆虫の種類に関係なく行つたものであるが種類別にする必要もあろう．然し1本の松茸に2種が混在する場合もあるのでその調査はたやすくはない．こゝでは成虫を羽化せしめ1種のみの単独寄生及び2種以上の共寄生の割を若干の標本について調べその結果を第5表に示す．

Table 5.　Number of Species boring in a Stem of Mushroom.

| Season | Number of observation | Boring by one species | | | Boring by 2 species | | | Boring by 3 species |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Drosophila* | *Aphiochaeta* | *Psychoda* | *Droso.* *Psych.* | *Psych.* *Aphio.* | *Aphio.* *Droso.* | |
| Autumn | 18 | 7 | 2 | 1 | 5 | 1 | 0 | 2 |
| Summer | 8 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Total | 26 | 7 | 4 | 3 | 7 | 1 | 0 | 4 |
| Proportion | 1 | 0.27 | 0.15 | 0.12 | 0.26 | 0.05 | 0 | 0.15 |

第5表の成績によれば松茸1本に1種が単独寄生する場合が最も多く合計すれば54%を占め，2種が共寄生する場合が合計31%，3種が共寄生する場合が15%となる．之等の昆虫が単独で寄生する場合があるので何れも1次性害虫であろうと思われるが，2種及び3種の共寄生を合計すると46%となりその割合は相当大きくなり，又共寄生の種の組合せはどの組合せにも必らず *Psychoda* が含まれるのでこの種には2次性害虫の傾向がうかがわれる．故に *Psychoda* は発生の多い時には1次的であるが普通の時には寧ろ2次性害虫というような種類ではあるまいか．

次に採集した松茸より内部の蛆が羽化するまでの経過を室内で調べた結果を示すと，先づ松茸を採集し1本ずつを飼育瓶中に入れた場合にまもなく蛆が脱出し始める．これは特に *Aphiochaeta* に於いて顕著であつた．脱出した蛆は飼育瓶の底，底面と松茸の接触部で蛹化をするが，この蛹の期間は夏松茸（6月上旬）では *Drosophila* で約9日（8—11日），*Psychoda* 約5日（3—8日），*Aphiochaeta* 約13日（13—14日）．秋松茸（10月中旬）では夫々約7日（4—11日），約6日（5—7日），及び約18日（羽化するものはごく少数であるが）であつた．

これらの蛹は *Aphiochaeta* を除いて大てい羽化をするがその経過を示す為に室内飼育の2～3の例を挙げると第3図である．

第3図に示した成績によつて羽化期間を調べると，発生の時期や羽化個体数の多少によつて相違する事は勿論であるが，*Drosophila* では2週間余り，*Psychoda* では約2週間，*Aphiochaeta* で10日内外と考えられ，又羽化曲線の中央値をもつて羽化最盛期とすればその日は松茸を採集し観察をはじめた日を起点として夫々約2週間目，約12日目，約1ケ月目に当ることがわかつた．

Fig. 3. Curves showing the Emergence of Adults from Laboratory Rearing, ●-●-● *Drosophila*, △-△-△ *Aphiochaeta*, ○-○-○ *Psychoda*. A: Summer season, B and C: Autumn season.

斯様な立場より大ざつぱであるが各種の調査区毎に松茸を採集した日より羽化最盛期までの期間（幼虫期の1部＋蛹期間）を算出して見ると大体夏松茸に於いては *Drosophila* で15日，*Psychoda* で13日，*Aphiochaeta* で30日．秋松茸に於いては夫々15日，11日及び20日となる．これらの算定日数がそれら虫の全発育期間（卵期＋幼虫期＋蛹期）の何割に当るかを知ることは出来ないが，上に記した値の最小の *Psychoda* でも先ず2週間であるから，全発育期間は短い種類でも3週間又はそれ以上に及ぶものと推察される．

所で松茸の生育期間は「コロ」時

代が1週間,「ツボミ」時代が1週間,傘を開くまでに1週間,計3週間と言われている.又松茸の発生期間を調査すると夏季では5月下旬より6月中旬にわたり約3週間,秋季では9月下旬より10月下旬にわたり約4週間であつてその期間は比較的短い.のみならず松茸は傘が開くまでに多くはとられて了うので松茸中に侵入した虫は人によつて山から運び去られるものが多いであろう.故に松茸をおそつた虫が2代目もつゞいて松茸をおそうことは極く初期発生のもの以外には望まれないであろう.

従つて害としては,何処かで繁殖した成虫が松茸発生の初期に松茸の香に誘引されて集り,産卵侵入することが重要視さるべきであつて,この様な成虫が防除の対象となるべきだと考える.約言すれば防除処置は松茸発生の前又は初期に実施されれば効果が大きかろうと言うことである.

**其の他の穿孔性害虫に関する知見**　この項では前項の3種に比して寄生量も少なく観察も充分出来なかつたが知り得た2～3の点を附記する.

当地方の害虫として比較的重要と思われるものに *Suillia sp.* がある.これは室内飼育で蛹化はしたが年内に羽化するものがなかつた.従つて種名の正確な決定も出来ない.この蛆は松茸の腐敗しかかつた部分によく見られ,多くの場合他種と共寄生するので2次性害虫としての傾向も大きい.然し大型の蛆でもあり害相も顕著であるから松茸の害虫として注目すべきものの一つとなろう.

*Cecidomyiidae* の1種は室内飼育に於いて僅かに1頭羽化したにすぎなかつたが,かなり多くの幼虫が寄生している事を知つた.この種が寄生している様子を見ると1種のみの単独寄生であり被害度も低くはないので1次性害虫と考えられる.然し本研究では寄生の頻度が低いので目下の所当地方の重要種と云う事は充分でないかもしれない.

*Tenebrionidae* の1種は夏松茸にも秋松茸にも見出され,其の加害状態も顕著であつた.然し寄生個体数も,寄生の頻度も大でない.この種の被害部位は茎の基部で松茸の茎の末端に達している.故に土壌中の幼虫が松茸内に侵入して来たものだろう.

*Scatopse sp.*, *Sciara sp.*, *Delopsis sp.* は他種と共寄生する場合が多く,松茸に侵入する害虫としての意義は少ないかも知れない.然し之等の幼虫が松茸内に侵入しているのを認めたから敢えて列記した次第である.尚これらの内の *Scatopse sp.* は岡田(1935)の *S. fuscipes* とは別種である由である.

3. 松茸山で採集した昆虫の種類と数量

前節の室内飼育による調査と平行して松茸山の「シロ」に集まる昆虫の調査を行い,両者の比較を実施した.この調査法は西条町の所定の場所に於いて松茸の発生時期に数日おきに午前10時頃より40分間「シロ」の所定範囲を掬網により昆虫採集をする方法である.

この場合に多くの種類が採集されたが,松茸に侵入することが既に知られている種類とそれらに近縁の種類のみを列記する.その調査成績は第6表である.

第6表の成績から科を単位として各調査区の採集個体数の平均値を算出し,個体数の多い科の順番を横軸に採集個体数の対数を縦軸にとつて作図すればこの場合にも1直線が得られ,その順番は *Phoridae-Drosophilidae-Fungivoridae-Sciaridae-Psychodidae-Helomyzidae-Scatopsidae* となる.これを第1項の室内調査と比較すれば前には第3位であつた *Phoridae* が第1位,*Drosophilidae* が第2位,前には第1位であつた *Psychodidae* は第5位におちる.

*Delopsis sp.* はやはり少ないが *Fungivoridae* としては第3位,*Sciaridae* は第4位となる.*Fungivoridae* 中には数種あると思われるが,*Delopsis sp.* を除いて松茸に侵入するかどうかについて疑を持ちながら明確にすることが出来なかつた.

Table 6. Insect Fauna in the Field in which the Pine Mushroom grows (1).

| Species | Date of observation | | | | | | | | Total | Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sept. 15 | Oct. 15 | Oct. 21 | Oct. 26 | Oct. 31 | Nov. 9 | Nov. 13 | Dec. 10 | | |
| *Drosophila busckii* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — |
| *D. bizonata* | 3 | 1 | 8 | 14 | 38 | 14 | 5 | 3 | 87 | — |
| *D. transversa* | 2 | 2 | 5 | 7 | 3 | 0 | 0 | 1 | 20 | — |
| *D. nigromaculata* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | — |
| *D. brachynephros* | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 10 | — |
| *D. melanogaster* | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | — |
| *D. pulchrella* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | — |
| *D. lutia* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | — |
| *D. sternopleuralis* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | — |
| *D. auraria* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | — |
| *Liodrosophila aeria* | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 | 9 | — |
| *Leucophenga concila* | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 8 | — |
| *Microdrosophila sp.* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | — |
| *Hirtodrosophila sp.* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | — |
| Total of *Drosophilidae* | 8 | 6 | 17 | 30 | 50 | 22 | 9 | 7 | 149 | 18.6 |
| *Psychoda fungicola* | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 7 | }1.5 |
| *P. nigriventris* | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 5 | |
| *Aphiochaeta matsutakei* | 5 | 22 | 64 | 34 | 11 | 133 | 7 | 7 | 283 | 35.3 |
| *Suillia sp.* | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0.6 |
| *Cecidomyiidae gen. sp.* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — |
| *Scatopse sp.* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | — |
| *Sciara sp.* | 1 | 0 | 0 | 7 | 1 | 3 | 34 | 7 | 53 | 6.6 |
| *Delopsis sp.* | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 5 | }14.7 |
| *Fungivoridae* | 1 | 2 | 10 | 20 | 2 | 43 | 30 | 5 | 113 | |

斯様に個体数の多い種類の順番は室内調査と「シロ」の調査で大分違つて来るが，両者を通じ多い種類は *Phoridae* と *Drosophilidae* であるので之等の種類は特に重要であると考える．

次に *Drosophilidae* 科内の種について *D. bizonata* が第1位，ついで *D. transversa* であるが，この2種は室内調査に於いても注目された．所が室内調査で *D. bizonata* に劣らない程得られた *D. busckii* が年内を通じて松茸山では1頭も得られなかつた．

これは不思議と言えば不思議であるが活動の時間が他の種と違う為かも知れない．この調査で特にこの科に多くの種類が得られたが，次いで個体数の比較的多い種類は *Leucophenga concila, Liodrosophila aeria* である．これらは肉眼でも松茸附近に飛来しているのを認めたが松茸に侵入するかどうかは確定されなかつた．其の他の種類は採集個体数も少いが *Microdrosophila sp.* と *Hirtodrosophila sp.* とは日本初採集の由である．

松茸山の「シロ」に於ける調査は秋期以外の季節にも少なくとも月1回実施した．その成績は第7表である．

第7表の成績も採集の場所及び範囲，採集時刻，その所要時間は第6表の場合と大体等しいが，採集個体数は勿論，種類数も多くはない．然し5月頃から6月にかけてはやゝ増加の傾向が認められる．

Table 7. Insect Fauna in the Field in which the Pine Mushroom grows (2).

| Species | Date of observation | | | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jan. 27 | Feb. 22 | Mar. 23 | Apr. 29 | May 10 | May 15 | May 24 | May 29 | June 11 | July 4 | |
| *Drosophila bizonata* | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 | 2 | 20 |
| *D. transversa* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| *D. melanogaster* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 | 7 |
| *Liodrosophila aeria* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| *Leucophenga concila* | 0 | 0 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 3 | 3 | 1 | 17 |
| *Aphiochaeta matsutakei* | 1 | 0 | 0 | 13 | 18 | 3 | 13 | 47 | 25 | 10 | 130 |
| *Suillia sp.* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 2 | 2 | 2 | 11 |
| *Sciara sp.* | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 5 | 19 | 4 | 9 | 43 |
| *Delopsis sp.* | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 7 |

大ざつぱであるが第6表及び第7表の成績により松茸の重要害虫と思われた *Aphiochaeta* と *Drosophila* の採集数を縦軸に，採集月日を横軸にとつて作図すれば，これら2種の年内に於ける発生消長の概略が示される，それは第4図である．

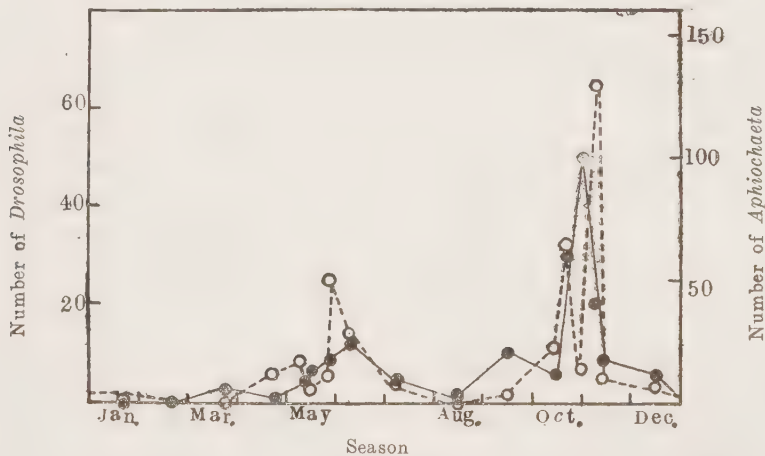



Fig. 4. Seasonal changes in the Population Densities of the Major Species (*Drosophila* and *Aphiochacta*) in the Field in which the Mushroom grows, ●-●-● *Drosophila*, ○-○-○ *Aphiochaeta*.

第4図によると2種昆虫の季節的消長として5月の初めよりはじまり5月末又は6月のはじめ極大に達する山と，9月中旬よりはじまり10月下旬より11月にかけて極大に達する第2の山が示される．之を松茸の発生消長と比較すると夏季に於いては松茸の発生にさきがけて昆虫の発生がおこり，松茸収穫のはじまる頃に極大に近ずく．これに対し秋季では初期には両者の発生の遅速に大差がないが後期には昆虫の発生がおくれるように見える．

尚同一日の昼間を5に分かち，前記の調査と同様の昆虫採集を行つたその成績は第8表である．

第8表の成績によれば *Drosophila* では午前に多く日中には少ない傾向が認められ，*Aphiochaeta* では日中には少ないが午前にも夕方にも多い事がわかる．これらは防除を行う上に参考となる点と考える．

## Ⅲ. 摘　　要

(1) 松茸に集まる昆虫は穿孔性17種，非穿孔性14種，昆虫以外のもの4種．これらの内本研究で松茸に侵入するものとして新たに確認したものは9種である．

(2) 当地方で重要害虫と判定されたものは，*Drosophila bizonata*, *D. busckii*, *D. transversa*, *Aphiochaeta matsutakei*, *Psychoda fungicola*, *P. nigriventris*, *Suillia sp.* *Cecidomyiidae* の1種である．

(3) 最も重要と考えられる *Drosophila*, *Aphiochaeta*, *Psychoda* の加害は成虫が松茸表面に産卵し孵化した幼虫が内部に食入することによると判定する．そしてその被害率は平均73％であつた．

Table 8. Insect fauna in Day Time of Octover in the Field in which Mushroom grows.

| Species | Time | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 10 | 14 | 16 | 18 |
| *Drosophila bizonata* | 4 | 8 | 0 | 0 | 1 |
| *D. transversa* | 1 } 8 | 1 } 9 | 1 } 1 | 1 } 4 | 0 } 2 |
| *D. melanogaster* | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| *Leucophenga aeria* | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 |
| *Aphiochaeta matsutakei* | 17 | 25 | 11 | 22 | 24 |
| *Suillia sp.* | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| *Sciara sp.* | 3 | 0 | 1 | 0 | 3 |

(4) 寄生状態は単独寄生54％，2種の共寄生31％，3種の共寄生15％である．

(5) これらの昆虫の1世代の発育期間は松茸の発育期間より寧ろ長い傾向を示す．

(6) 重要種2種 *Aphiochaeta* と *Drosophila* の季節的発生消長及び日変動を明らかにした．

## 文　　献


1) 岩村通正，野淵輝 (1953)：日本林学会大会講演集 (写) p. 1.

2) 岩村通正，野淵輝 (1954)：日本林学会誌，Vol. 36, No. 2, p. 335.

3) 岩村通正，野淵輝 (1954)：昆虫，Vol. 22, No. 1, p. 8.

4) KIKKAWA, H. & PENGE, R. T. (1938): Nat. Res. Coun. Jap., Vol. 7, No. 4, p. 508.

5) 野沢謙 (1956)：日本生態学会誌，Vol. 6, No. 1, p. 1.

6) 岡田豊日 (1952)：ショウジョウバエの遺伝と実験 (培風館) 附録2，p. 190.

7) 岡田一次 (1938): Mushi, Vol. 11, No. 1, p. 16.

8) 岡田一次 (1939): J. Fac. Agr. Hokkaido Imp. Univ., Vol. 42, No. 4, p. 268.

9) 岡田一次 (1940): Tenthredo, Vol. 3, No. 1, p. 23.

10) SASAKI, C. (1935): Pro. Imp. Acad. Japan, Vol. 11, No. 3, p. 112.

11) TOKUNAGA, M. (1953): Sci. Rep. Saikyo Univ. Agr., No. 4, p. 1.

12) TOKUNAGA, M. & KOMYO, E. (1954): Phili. J. Sci., Vol. 83, No. 3, p. 307.

13) TOKUNAGA, M. & KOMYO, E. (1954): ibid. Vol. 83, No. 4, p. 401.

14) TOKUNAGA, M. & KOMYO, E. (1954): ibid. Vol. 84, No. 2, p. 205.

15) YOSII, R. (1954): Sci. Res. Ozegahara Moor, p. 777.

# コリデール種牝緬羊の泌乳に関する研究

## （第１報）牝緬羊の泌乳量特に泌乳量と仔緬羊の生長との関係について *

菅井一男・寺本憲太**

# Milk-Secretion Studies with Corriedale Ewes

## 1. On the Milk Yield of Ewes with Special Reference to Its Relation to the Growth of Suckling Lambs

Kazuo SUGAI and Kenta TERAMOTO

This work was undertaken to study the milk yield of Corriedale ewes and the liveweight of lambs produced from those ewes with special reference to the relation of the milk yield to the growth from birth to weaning of suckling lambs.

The animals used were 7 Corriedale ewes of 3 years of age and 9 lambs (singles 5, twins 4) born from those ewes in the spring, 1957 at the Chūgoku Stock Breeding Farm of the Department of Agriculture and Forestry. The milk yield of ewes was estimated from the difference of the liveweight of lambs weighed before and after suckling and the records of the milk yeild of ewes and of the liveweight of lambs were taken at 10 days intervals after birth.

The results obtained were as follows :

(1) It was found that the milk yield of ewes was highest during the period from 10 to 20 days after lambing and then gradually declined.

(2) It seems that the ewes of higher milk yield during the first one month after lambing are greater on the average daily milk production during each 10 days period after lambing and on the total milk production during three months, as compared with those of lower milk yield.

(3) Significant correlations were not found between the total milk yield of ewes during three months after lambing and their liveweight on the lambing day and between the former and the liveweight of lambs on the day of lambing.

(4) Average total milk yield during three months from birth to weaning was 83.3 kg and the average daily weight gain per single lamb 240 g.

(5) There were a few significant correlations between the milk yield of ewes during each one month period and during three months period and the liveweight gains of lambs after birth and was generally a increasing tendency of the correlation coefficient values, as lambs grew older. It seems that those tendencies need further investigation.

(6) However, a significent correlation ($r = +0.91$) was found between the total milk yield of ewes and the average daily weight gain of lambs during three months period from lambing to weaning.

(7) It was found that the correlations between the average daily liveweight gain of lambs during three months period and the liveweight of ewes on the lambing day and between the former and the birth weight of lambs were not significant.

* 本研究の要旨は，昭和32年10月昭和32年度日本畜産学会関西支部例会において発表.

** 農林技官（農林省中国種畜牧場勤務）

## 緒　　言

牝緬羊の泌乳能力は，遺伝的要因と栄養的要因との影響を受けることが大であるが，泌乳能力を支配する基本的要因は，遺伝的要因と考えられ，遺伝的に優れた泌乳能力をもつた牝緬羊をselect することによつて，泌乳能力の改良向上を図ることが出来る．

このためには，まづ牝緬羊の泌乳能力の実態を把握することが必要である．牝緬羊の泌乳能力については，外国では，各品種について，Neidig and Iddings[10] (1919), Hammond[8] (1938), Bonsma (1939[3]. 1944[4],), Wallace[15] (1948), Barnicoat, Logan and Grant[5] (1949), Thomson and Thomson[14] (1953), Owen[12] (1955), Munro[9] (1955), Burris and Baugus[7] (1955), Barnicoat et al.[6] (1956) 等により，報告されているが，コリデール種緬羊についての詳細な報告はない様に思われる．又日本においては，オストフリーシヤン種について里，岡本，村田[13](1928), コリデール種について農林省畜産試験場[11] (1948) 及び相賀，松崎，鳥塚[1)2)](1953) の研究報告をみるに過ぎず，然も，これらの研究においては，泌乳能力としての泌乳量は，人工搾乳によつて測定されたものであり，この方法では，牝緬羊の正確なる泌乳量を知ることは，困難であるとされている．本研究は，哺乳前後の仔緬羊の生体重を秤量し，両者の差によつて，牝緬羊の正確なる泌乳量を推定する方法を用い，コリデール種牝緬羊について，分娩から離乳迄３ケ月の期間における泌乳量の実態を知るとともに，仔緬羊の生体重の変化を調べ，特に，この期間における牝緬羊の泌乳量と仔緬羊の生長との関係を明かにするために実施したものである．

## I．試験の材料と方法

本試験に供用した緬羊は，農林省中国種畜牧場繋養の緬羊中３才のコリデール種牝緬羊７頭と，1957年２月10日から２月22日迄に，同牧場において，これらの牝緬羊から，生産せられた仔緬羊９頭（単仔５，双仔４）とであり，各供試牝緬羊の生年月日等を表示すれば，Table 1. の通りであり，分娩より離乳迄の３ケ月間に，牝緬羊及び仔緬羊各１頭当り１日平均の採食した飼料の種類及び量は，Table 2. 及び Table 3. に示す通りである．

牝緬羊は，３月18日より，３月27日迄午前中約２時間（９時30分より11時30分迄），３月28日より，離乳日迄約５時間半（午前９時 30分より 11時 30分迄の２時間及び午後１時より４時 30分迄の３時間半）放牧し，哺乳量測定日においては，牝緬羊と仔緬羊とは，哺乳時間を除いては，完全に隔離した．牝緬羊の生体重は，仔緬羊分娩当日及び分娩当日より１ケ月毎に，仔緬羊の生体重は，出生当日及び出生当日より10日毎に離乳（出生より離乳迄の期間３ケ月）迄秤量し，仔緬

Table 1.　Date of Birth and other relevant Data of the Ewes examined.

| Sheep No. | Date of birth | Birth place | Times of lamb birth | Date of birth of lambs | Date of weaning of lambs | Type of birth of lambs | Sex of lambs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chūboku 54—3 | 7. ii. 54 | The Chūgoku Stock Breeding Farm of the Department of Agriculture and Forestry | 2 | 15. ii. 57 | 13. V. 57 | Single | ♀ |
| 5 | 12. ii. 54 | | 〃 | 22. ii. 57 | 23. V. 57 | Twin | ♂, ♀ |
| 17 | 15. ii. 54 | | 〃 | 10. ii. 57 | 13. V. 57 | Single | ♂ |
| 32 | 22. ii. 54 | | 〃 | 21. ii. 57 | 23. V. 57 | 〃 | ♀ |
| 34 | 24. ii. 54 | | 〃 | 21. ii. 57 | 23. V. 57 | 〃 | ♂ |
| 41 | 13. iii. 54 | | 〃 | 13. ii. 57 | 13. V. 57 | 〃 | ♀ |
| 45 | 29. iii. 54 | | 〃 | 22. ii. 57 | 23. V. 57 | Twin | ♂, ♂ |

Table 2.　Average daily Feed Intakes (kg) per Ewe.

| Feedstuffs | Periods of feed intake | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 11. ii to 23. iii | 24. iii to 23. iv | 24. iv to 30. iv | 1. V to 23. V | |
| Mixed feeds * | 0.6 | 0.6 | 0.2 | — | |
| Ensilages | 1.6 | — | — | — | fed as the ensilages of corns and soya-beans |
| Italian Rye grass | 1.0 | 4.0 | 4.0 | 6.0 | |
| Orchard grass (hay) | 0.7 | 0.7 | — | — | |
| Turnip | 23. ii to 21. iii 0.3 | - | — | — | |

* The ration of mixed feeds was wheat bran 40%, rice bran 20%, corn meal 20%, soya bean oil meal 5%, linseed oil meal 5%, fish meal 5% and calcium 4%.

Table 3.　Average daily Feed Intakes (kg) per Lamb.

| Feedstuffs | Periods of feed intake | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 13. iv to 22. iv | 23. iv to 2. V | 3. V to 12. V | 13. V to 22. V |
| Clovers | — | 0.620 | 1.550 | 2.050 |
| Italian Rye grass | 0.610 | 0.200 | — | — |

羊の哺乳量は仔緬羊出生の翌日及び出生日より離乳迄10日毎に秤量した.

牝緬羊の1日の泌乳量は，仔緬羊の1日の哺乳量より推定したものであり，1日6回（午前7時，10時，午後1時，4時，7時及び10時）仔緬羊の哺乳前後の生体重を秤量し，その差を求め，その6回の合計を以て，牝緬羊1日の泌乳量とした．仔緬羊の1日の哺乳回数は，6回であつたが，5月13日より，その回数を減じ，1日4回とした．又仔緬羊の1回の哺乳時間は，約30分と定めたが，4月13日以後においては，5分乃至10分に短縮した．

## II．試験の成績と考察

### (1) 牝緬羊の泌乳量

各供試仔緬羊の出生の翌日及び出生より離乳迄10日毎に測定した1日の乳の消費量で示した各牝緬羊の泌乳量は，Table 4. の通りであり，本表に基き，仔緬羊の生後1ケ月間の乳の総消費

Table 4.　Milk Yield (g) of Ewes estimated from the Milk Consumption of Lambs.

| Sheep No. | Milk yield by 10 day-period | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Next day of lambing | 10 days after lambing | 20 days | 30 days | 40 days | 50 days | 60 days | 70 days | 80 days | 90 days |
| Chūboku 54—3 | 850 | 1, 340 | 1, 220 | 1, 040 | 1, 130 | 470 | 550 | 580 | 380 | 250 |
| 5* | 1, 570 | 1, 690 | 1, 590 | 1, 400 | 930 | 1, 620 | 1, 220 | 710 | 640 | 790 |
| 17 | 890 | 1, 220 | 1, 450 | 1, 190 | 1, 090 | 950 | 1, 330 | 520 | 670 | 430 |
| 32 | 790 | 1, 250 | 1, 060 | 860 | 570 | 890 | 970 | 750 | 490 | 650 |
| 34 | 1, 120 | 1, 540 | 1, 370 | 1, 390 | 840 | 1, 160 | 960 | 920 | 770 | 750 |
| 41 | 1, 240 | 1, 320 | 980 | 1, 230 | 1, 230 | 550 | 440 | 800 | 500 | 420 |
| 45* | 1, 480 | 1, 890 | 1, 210 | 740 | 1, 140 | 690 | 1, 010 | 470 | 420 | 1, 150 |

* No. 5 and No. 45 produced a pair of twin lambs.

量を求め，これにより，単仔（5頭）を3群に分ち，各群における出生より離乳迄の3ケ月間の仔緬羊の総消費乳量及び10日間毎の1日平均の乳の消費量を示せば，Table 5. の通りである．

Table 5. Milk Consumption of Lambs from Birth To 90 Days of Age.

| Class | Total milk consumed(kg) | | No per group | Average daily milk consumption(kg) by 10 day-period | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Birth to 30 days | Birth to 90 days | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| Singles | 40 — 45 | 98.7 | 1 | 1.3 | 1.5 | 1.4 | 1.1 | 1.0 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 0.8 |
| | 35 — 40 | 80.7 | 3 | 1.1 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.4 |
| | less than 35 singles | 75.5 | 1 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.6 | 0.6 |
| | average | 83.3 | 5 | 1.2 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.5 |
| Twin (set) | 42 — 48 | 99.2 | 2 | 1.7 | 1.4 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.7 |

本表の単仔における3群中2群の頭数は，各々1頭であるため，正確なる比較は，困難であるが，3群に類別した単仔1頭当り1日平均の乳の消費量は，出生から離乳迄，略同様な変化を示し，出生後10日より20日迄の期間に最高に達し，以後次第に減少する傾向がみられる．なお双仔による1日平均の乳の消費量は，単仔のそれと略同様な変化を示している．又出生後1ケ月間の乳の総消費量の大きいもの程，3ケ月間の乳の総消費量及び10日毎の1日平均の乳の消費量が大きい傾向を示すことが注目される．

(2) 牝緬羊の泌乳量と生体重及び仔緬羊の生時体重との関係

供試牝緬羊中単仔を哺育する牝緬羊の3ケ月間の総泌乳量，分娩当日の生体重及び仔緬羊の生時体重を示せば，Table 6. の通りである．

Table 6. Total Milk Yield, Liveweight of Ewes and Liveweight of Single Lambs on the Day of Lambing.

| Sheep No. | Total milk yield of ewes during 3 months (kg) | Liveweight of ewes on the lambing day(kg) | Lamb No. | Liveweight of single lambs on the birth day (kg) |
|---|---|---|---|---|
| Chūboku 54— 3 | 72.6 | 56.0 | Chūboku 57—14 | 4.0 |
| 17 | 90.7 | 72.3 | 4 | 3.6 |
| 32 | 75.5 | 58.0 | 37 | 4.6 |
| 34 | 98.7 | 68.0 | 36 | 5.2 |
| 41 | 78.9 | 64.5 | 9 | 4.6 |
| Average | 83.3 | 63.9 | | 4.4 |

本表により，牝緬羊の3ケ月間の総泌乳量と分娩当日の生体重及び仔緬羊の生時体重との間には，各々＋0.87，＋0.30の相関係数が得られたが，これらの値は，ともにZ検定により，5％水準において有意性を示さなかつた．

(3) 仔緬羊の生長

各供試仔緬羊の出生より離乳迄10日毎に秤量した生体重を示せば，Table 7. の通りであり，本表により，Table 5. の3群における単仔及び双仔の10日毎の生体重の平均値を示せば，Tadle 8. の通りである．本表の単仔の3群中2群は，各々1頭から成るため，正確なる傾向を見出すこと

Table 7. Liveweight (kg) of Lambs by 10 Day-period.

| Sheep No. | Sex | Liveweight of lambs by 10 day-period | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | On birth day | 10days after lambing | 20days | 30days | 40days | 50days | 60days | 70days | 80days | 90days |
| Chūboku 57—14 | ♀ | 4, 020 | 6, 598 | 8, 473 | 10, 793 | 12, 603 | 14, 254 | 16, 502 | 17, 932 | 19, 852 | 22, 155 |
| 40 | ♂ twin | 4, 400 | 6, 038 | 8, 117 | 10, 302 | 13, 017 | 15, 630 | 17, 888 | 20, 305 | 23, 140 | 26, 299 |
| 41 | ♀ twin | 3, 400 | 4, 878 | 6, 693 | 8, 661 | 10, 733 | 12, 680 | 14, 632 | 16, 850 | 18, 908 | 20, 926 |
| 4 | ♂ | 3, 600 | 6, 126 | 9, 256 | 12, 144 | 14, 647 | 16, 757 | 19, 539 | 22, 422 | 25, 032 | 26, 393 |
| 37 | ♀ | 4, 600 | 7, 168 | 9, 205 | 11, 749 | 13, 946 | 16, 133 | 18, 738 | 20, 636 | 22, 500 | 25, 694 |
| 36 | ♂ | 5, 200 | 7, 928 | 10, 776 | 13, 463 | 15, 910 | 18, 948 | 21, 624 | 23, 870 | 26, 283 | 29, 646 |
| 9 | ♀ | 4, 585 | 6, 962 | 9, 276 | 12, 108 | 14, 678 | 16, 806 | 19, 567 | 21, 916 | 24, 018 | 26, 253 |
| 42 | ♂ twin | 3, 183 | 5, 283 | 6, 779 | 8, 503 | 10, 221 | 12, 523 | 14, 656 | 17, 280 | 19, 331 | 22, 780 |
| 43 | ♂ twin | 3, 918 | 5, 848 | 7, 321 | 8, 663 | 10, 485 | 12, 794 | 14, 956 | 17, 452 | 19, 180 | 21, 918 |

Table 8. Growth of Lambs from Birth to 90 Days of Age.

| Class | Milk consumed (kg) birth to 30days | No. per group | Average weight (kg) of lambs at various ages | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | On birth day | 10days after lambing | 20 days | 30 days | 40 days | 50 days | 60 days | 70 days | 80 days | 90 days |
| Singles | 40—45 | 1 | 5.2 | 7.9 | 10.8 | 13.5 | 15.9 | 18.9 | 21.6 | 23.9 | 26.3 | 29.6 |
| | 35—40 | 3 | 4.1 | 6.6 | 9.0 | 11.7 | 14.0 | 15.9 | 18.5 | 20.8 | 23.0 | 24.9 |
| | Less than 35 | 1 | 4.6 | 7.2 | 9.2 | 11.7 | 13.9 | 16.1 | 18.7 | 20.6 | 22.5 | 25.7 |
| | Average | 5 | 4.4 | 7.0 | 9.4 | 12.1 | 14.4 | 16.6 | 19.2 | 21.4 | 23.5 | 26.0 |
| Twin (per lamb) | 42—48 | 4 | 3.7 | 5.5 | 7.2 | 9.0 | 11.1 | 13.4 | 15.5 | 18.0 | 20.1 | 23.0 |

は困難であるが，単仔の3群中生後1ケ月間に，40—45kg の乳の消費量を示した群は，40kg 以下の消費量を示した2群にくらべ，3ケ月間を通じ．10日毎の各期において，大なる生体重を示す．又単仔1頭当りの各期における平均の生体重は，双仔のそれに比し，大なる値を示し．単仔と双仔との各期における生体重の差は，出生より離乳迄，ほゞ一定の値を示している．

(4) 仔緬羊の成長と牝緬羊の泌乳量との関係

単仔5頭について，生時より離乳迄の3ケ月を1ケ月毎の3期に分け，各期間並びに全期間における乳の総消費量と1日平均の増体量を示せば，Table 9. の通りである．Table 9. によれば，仔緬羊（単仔）の生後最初の1ケ月間の乳の総消費量の平均と次の1ケ月間のそれとの差及び次の1ケ月間の乳の総消費量の平均と最後の1ケ月間のそれとの差は，ともに有意であり，最初の1ケ月間の総消費量が最も大であり，最後の1ケ月間のそれは，最も小であつた．又仔緬羊（単仔）の1日平均の増体量については，最初の1ケ月間と次の1ケ月間との差及び次の1ケ月間と最後の1ケ月間との差は，ともに有意の値を示さなかつた．仔緬羊（単仔）の3ケ月間の乳の総消費量の1頭当りの平均は，83.3kg であり，1日平均の増体量は．240g を示した．次に Table 9. により，各1ケ月の期間並びに3ケ月の期間における仔緬羊の乳の総消費量と1日平均の増体量との間の相関係数を各々計算すれば，Table 10. の通りである．

本表の相関係数の値は．Z 検定により，0.882 よりも大なる場合において有意であり，5つの相関係数だけが有意の値を示し，他は有意の値を示さなかつた．最近 Burris and Baugus[7] (1955)

Table 9. Total Milk Yield (kg) and average daily Weight Gain (kg) of single Lambs during one Month and during three Months.

| Sheep No. | During 1 month after birth | | During 1 to 2 months | | During 2 to 3 months | | During 3 months | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Total milk yield | Average daily gain | Total milk yield | Average daily gain | Total milk yield | Average daily gain | Total milk yield | Average daily gain |
| Chūboku 57—14 | 35.1 | 0.226 | 23.9 | 0.190 | 13.6 | 0.188 | 72.6 | 0.202 |
| 4 | 37.1 | 0.285 | 32.9 | 0.247 | 20.7 | 0.228 | 90.7 | 0.253 |
| 37 | 31.3 | 0.238 | 23.8 | 0.233 | 20.5 | 0.232 | 75.5 | 0.234 |
| 36 | 41.6 | 0.275 | 31.7 | 0.272 | 25.5 | 0.267 | 98.7 | 0.272 |
| 9 | 35.4 | 0.251 | 26.2 | 0.249 | 17.3 | 0.223 | 78.9 | 0.241 |
| Average | 36.1 | 0.255 | 27.7 | 0.238 | 19.5 | 0.228 | 83.3 | 0.240 |

Table 10. Correlation Coefficients between Milk Consumption of single Lambs and their average daily Gain within certain Periods[1].

| Average daily gain during the period | Total milk consumed during the period | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Birth to 1 month | 1 to 2 month | 2 to 3 month | Birth to 3 month |
| Birth to 1 month | 0.69 | 0.98 | 0.73 | 0.91 |
| 1 to 2 month | 0.57 | 0.70 | 0.87 | 0.82 |
| 2 to 3 month | 0.57 | 0.62 | 0.98 | 0.82 |
| Birth to 3 month | 0.66 | 0.81 | 0.93 | 0.91 |

1 Correlation coefficients in the table of 0.949 or greater significant at P of 0.01 and of 0.882 or greater signi ficant at P of 0.5.

は，仔緬羊の4週間毎の乳の全消費量と1日平均の増体量との相関係数を求め，これら相関係数の値は，仔緬羊の生長に伴い速かに小さくなることを報告しているが，本研究においては．上述の如き傾向は見出し得ず，逆に，仔緬羊の成長に伴い，両者間の相関係数は大きくなる傾向がみられた．これらの傾向については，供試頭数を多くして，再検討を要するものと考察される．然し仔緬羊の3ケ月間の1日平均の増体量と乳の総消費量との間には，有意の相関々係（r = +0.91）が得られた．次に Table 9. により，仔緬羊の生後3ケ月間の乳の全消費量（X）に対する1日平均の増体量（Y）の回帰方程式を求めると，

$Y = 0.063 + 0.00213X$（回帰係数は，1％の水準において有意）

となり，仔緬羊の乳の消費量が 1 kg 増加する毎に，1日平均の増体量において，0.00213 kg 或は3ケ月間の増体量において，0.192 kg の増加を示すことになる．

なお仔緬羊の増体量と牝緬羊の生体重並びに仔緬羊の生時体重との関係については，Table 6, 及び Table 9. により，単仔5頭の生後3ケ月間の1日平均増体量と生時体重並びにこれらの母緬羊の分娩当日の生体重との間には，各々相関係数 r = +0.838及び r = +0.461が得られたが，これらの値は，何れも，Z検定により，5％の水準において有意ではなかつた．

## III. 総　　括

本研究は，コリデール種について，仔緬羊の出生から離乳迄の3ケ月間における牝緬羊の泌乳量と哺乳中の仔緬羊の生体重を調べ，特に，この期間における牝緬羊の泌乳量と仔緬羊の生長と

の関係を明かにするために実施したものである．供試緬羊は，農林省中国種畜牧場に繋養中の3才のコリデール種牝緬羊7頭と，これらの牝緬羊から，1957年春季に生産された仔緬羊9頭（単仔5，双仔4）とであり，牝緬羊の泌乳量は，哺乳前後の仔緬羊の生体重を秤量し，その差によつて推定したものであり，牝緬羊の泌乳量と仔緬羊の生体重とは，仔緬羊の出生から10日毎に秤量したものである．

得られた結果を要約すると次の通りである．

(1) 牝緬羊の泌乳量は，分娩後10日から20日迄の期間に最高に達し，その後離乳迄次第に減少する傾向を示した．

(2) 分娩後最初の1ケ月間の泌乳量の大なる牝緬羊は，小なるものに比し，分娩後10日間毎の1日平均の泌乳量及び3ケ月間の総泌乳量において大である様に思われる．

(3) 牝緬羊の分娩後3ケ月間の総泌乳量と分娩当日の生体重並びに仔緬羊の生時体重との間には，各々有意の相関々係がみられなかつた．

(4) 分娩より離乳迄の3ケ月間の牝緬羊1頭当りの総泌乳量の平均は，83.3 kg であり，仔緬羊（単仔）の1日平均の増体量は，240 g であつた．

(5) 分娩後3ケ月間並びに各1ケ月間の牝緬羊の泌乳量と仔緬羊の増体量との間には，有意の相関々係が見出されたものは少く，一般に両者の相関係数の値は，仔緬羊の生長に伴い大きくなる傾向がみられたが，これらの傾向は，更に検討を要するものと思われる．

(6) 然しながら分娩より離乳迄の3ケ月間の牝緬羊の総泌乳量と仔緬羊の1日平均の増体量との間には，有意の相関々係（$r = +0.91$）が見出された．

(7) 分娩より離乳迄の3ケ月間の仔緬羊の1日平均の増体量と牝緬羊の分娩当日の生体重並びに仔緬羊の生時体重との間には，有意の相関々係はみられなかつた．

本研究の実施に当り，供試緬羊の提供にあづかつた農林省中国種畜牧場仙波喬場長並びに本研究に御協力をいたゞいた同場松崎格農林技官に感謝の意を表する．

## 文　　献

1) 相賀保男，松崎格，鳥塚俊高（1953）：畜産の研究，第7巻，637.
2) 相賀保男，松崎格，鳥塚俊高（1953）：畜産の研究，第7巻，821.
3) BONSMA, F. N. (1939) : Unv. Pretoria Publ. Series 1, Agric. No. 48.
4) BONSMA, F. N. (1944) : Pretoria Bull. Agric. Res. Inst., No. 251.
5) BARNICOAT, C. R., LOGAN, A. G. and GRANT, A. L. (1949): J. Agric. Sci. 39, part I—IV, 44.
6) BARNICOAT, C. R., MURRAY, P. F., ROBERTS, E. M. and WILSON, G. S. (1956) : J. Agric. Sci. 48, part V—XI, 9.
7) BURRIS MARTIN, J. and BAUGUS, C. A. (1955) : J. Anim. Sci. 14, 186.
8) HAMMOND, J. (1938) : Aust. Vet. J. 14, 171.
9) MUNRO, JOAN (1955) : J. Agric. Sci. 46, 131.
10) NEIDIG, R. E. and IDDINGS, E. J. (1919) : J. Agric. Res. 17, 19.
11) 農林省畜産試験場（1948）：畜産試験場彙報，第47号.
12) OWEN, J. B. (1955) : Agriculture, 62, 110.
13) 里正義，岡本正行，村田喜一（1928）：日本畜産学会報，第3巻，13.
14) THOMSON, A. M. and THOMSON, W. (1949) : British J. Nutr. 7, 263.
15) WALLACE, L. R. (1948) : J. Agric. Sci. 38, 93.

# 螢光燈による菊の抑制栽培

## （第1報）ワットを変えた光の強さの影響

安田　勲・是松博文

# Culture of Chrysanthemums lighted by Fluorescent Lamps

## I. Effects of Luminous Intensity under the Lamps of Various watt

Isao YASUDA and Hirobumi KOREMATSU

To find out if the fluorescent lamps can delay the flower bud differentiation of chrysanthemum as well as incandescent lamps, the following experiments were carried out.
Sections of the experiment were ten or sixty watt fluorescent lamp and fourty or two hundred watt incandescent lamps.

The species of chrysanthemum adopted in this experiment are late flowering type, "Kanbotan" and "Unzen."

Some differences are found in the elongation of stem between these species, but the special deviation was not found between the fluorescent lamp and incandescent lamp sections.

The distinct differences were not found in the case of the fluorescent lamp and incandescent lamp sections on the point relation between the intensity of light and elongation of the stem of the chrysanthemum, too.

The flowering time of "Unzen" was later than "Kanbotan" in each section for a day or two, and this difference seems due to the species of the plants.

The period between the lamps was put out and the flowers began to differentiate was 10—15 days, and all the flower differentiation was noticed after 20 days. Accordingly, even the fluorescent lamps of 10 watt are considered to be sufficient to delay the flower bud differentiation.

### I. 実験の目的

電照に依つて菊の花芽分化を停止させ，短日状態に戻して開花をはかることは一般に知られている事実である．そしてこれまでにこの目的に使用された電燈の種類は白熱燈 (incandescent ligt) であつて螢光燈 (fluorescent light) はあまり用いられなかつた．それは螢光燈の方はあまり抑制の効果がないとか，螢光燈の散光が却つて害があるとか云われ，その真偽がはつきりしなかつたからである．そこで筆者等は一般の白熱燈の他に螢光燈を用い，1961年の夏，晩生菊の2種に対してその効果をみてみたのである．その結果，螢光燈の照明によつて白熱燈に劣らぬ成績を得たので以下にその概要を述べて見る．この実験の遂行に当つては中国電力株式会社岡山支店から多大の便宜を供与せられたことを記して感謝の意を表する．

### II. 実験計画と設計

(a) 供試品種

白花雲仙（大輪晩生）　　寒牡丹（濃赤色，大輪，晩生）

(b) 定植と摘心

挿木によつて得た苗を1956年の8月2日，4寸鉢に1株ずつ定植し，1回摘心して3本仕立とした．そして後にこれらの中から花芽分化の調査用材料と電照試験用株とを選び，生育の平均したものを実験に供した．

(c) 実験区の内訳

標 準 区（電照せず）
螢 光 燈 10w 区
螢 光 燈 60w 区
白 熱 燈 40w 区
白 熱 燈 200w 区
} 供試本数各10個体

螢光燈10w区は白熱燈40w区に匹敵する明るさであり，螢光燈60w区は白熱燈200wの明るさに相当するという意味で使用したものである．また，wを2種宛にしたのは電燈の光の強さが菊の花芽の分化に対し異なつた抑制力を持つものであるか否かを知り度かつたからでもある．

(d) 実験を行つた場所

実験の場所は岡山大学農学部の附属温室の東西に長いスリーコーター室の棚の上で，壁面，底面共コンクリートで塗装されてある．実験区一区の面積は半坪程度であるから照明の明るさから見ると営利栽培用の電照温室に較べて可なり明るい．各電照区の境は黒色ビニールを以て遮断し，昼間はそれを取り除いて太陽光線が平均に当るようにした．

(e) 電照開始期と照明時間

電照開始日は1956年8月21日で，打切日は9月30日であるから計40日を電照の期間とした．照明時刻は8月21日より9月10日までは終夜，9月11日から9月30日までは毎夜午後の10時から翌朝の2時まで4時間の深夜照明とし，その操作にはマツダ式タイムスィッチを使用した．

(f) 調 査 方 法

1956年，8月21日電照開始日に各個体の草丈，葉数を調査しておき，以後11月10日まで同様の調査を20日間毎に4回と開花日に1回計5回行なつた．

花芽分化の調査は材料の関係で雲仙種のみ5個体を各区毎に採収し，30%のアルコール液に保存して随時検鏡した．採収日は電照打切日（9月30日）より5日毎の10月5日，10月10日，10月15日，10月20日の計4回とした．

## Ⅲ. 実 験 結 果

Table 1. Elongation of Stem Height and Increase of Leaf Number in the Control Section. *cm

| Articles | No. \ Date | Aug. 21 | | Sept. 10 | | Oct. 1 | | Oct. 20 | | Nov. 10 | | The day flowered | | The day flowered |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | |
| Kanbotan | 1 | 24.0 | 23 | 32.0 | 30 | 40.0 | 36 | 57.4 | 36 | — | — | 64.4 | 36 | Nov. 8 |
| | 2 | 28.8 | 23 | 33.5 | 29 | 50.0 | 39 | 67.0 | 39 | — | — | 69.8 | 39 | 〃 3 |
| | 3 | 22.3 | 20 | 30.0 | 27 | 37.0 | 32 | 50.0 | 32 | — | — | 55.4 | 32 | 〃 8 |
| | 4 | 22.8 | 20 | 28.2 | 25 | 35.0 | 30 | 57.5 | 30 | — | — | 64.0 | 30 | 〃 8 |
| | 5 | 20.4 | 20 | 30.2 | 24 | 48.0 | 38 | 64.0 | 38 | — | — | 68.2 | 38 | 〃 2 |
| | 6 | 16.8 | 21 | 27.5 | 27 | 33.0 | 33 | 43.0 | 33 | — | — | 46.2 | 33 | 〃 9 |
| | 7 | 17.4 | 21 | 25.5 | 27 | 37.4 | 37 | 54.4 | 37 | — | — | 57.6 | 37 | 〃 2 |
| | 8 | 18.0 | 20 | 22.5 | 24 | 27.8 | 27 | 36.0 | 40 | — | — | 57.4 | 40 | 〃 14 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 | 20.2 | 21 | 29.0 | 27 | 34.0 | 30 | 46.6 | 30 | — | — | 55.2 | 30 | 〃 11 |
| | 10 | 13.0 | 16 | — | — | — | | — | — | | | | — | |
| | Mean | 20.4 | 20.5 | 28.7 | 26.7 | 38.0 | 33.6 | 32.9 | 35.0 | — | — | 59.8 | 35.0 | Nov. 7 |
| Unzen | 1 | 22.4 | 22 | 24.8 | 27 | 32.4 | 35 | 38.4 | 35 | — | — | 40.4 | 35 | Nov.10 |
| | 2 | 32.2 | 31 | 36.8 | 35 | 43.4 | 45 | 51.6 | 45 | — | — | 54.0 | 45 | 〃 10 |
| | 3 | 32.3 | 32 | 40.5 | 38 | 51.2 | 48 | 60.0 | 48 | — | — | 61.2 | 48 | 〃 8 |
| | 4 | 27.8 | 28 | 35.0 | 32 | 44.0 | 41 | 50.0 | 42 | — | — | 50.8 | 42 | 〃 9 |
| | 5 | 29.8 | 27 | 36.6 | 33 | 45.0 | 42 | 53.0 | 43 | — | — | 53.6 | 43 | 〃 8 |
| | 6 | 26.0 | 25 | 35.8 | 30 | 44.8 | 39 | 52.2 | 39 | — | — | 54.0 | 39 | 〃 8 |
| | 7 | 35.8 | 32 | 43.0 | 38 | 51.0 | 48 | 60.0 | 48 | — | — | 61.4 | 48 | 〃 9 |
| | 8 | 33.0 | 32 | 48.6 | 35 | 50.4 | 44 | 52.6 | 44 | — | — | 54.0 | 44 | 〃 9 |
| | 9 | 35.6 | 31 | 37.5 | 35 | 45.0 | 45 | 53.6 | 45 | — | — | 66.5 | 45 | 〃 7 |
| | 10 | 40.0 | 34 | 54.6 | 41 | 63.0 | 50 | 71.4 | 50 | — | — | 72.4 | 50 | 〃 5 |
| | Mean | 31.5 | 29.4 | 39.3 | 34.4 | 47.0 | 43.7 | 52.3 | 43.9 | — | — | 56.8 | 43.9 | Nov. 8 |

Table 2. Elongation of Stem Height and Increase of Leaf Number in 10w Fluorescent Light Section. *cm

| No. / Articles / Date | | Aug. 21 | | Sept. 10 | | Oct. 1 | | Oct. 20 | | Nov. 10 | | The day flowered | | The day flow-ered |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | |
| Kanbotan | 1 | 22.0 | 23 | 35.4 | 29 | 43.2 | 34 | 56.0 | 40 | 74.1 | 44 | 81.0 | 44 | Nov.27 |
| | 2 | 21.0 | 23 | 36.6 | 29 | 46.2 | 35 | 53.6 | 39 | 71.5 | 48 | 51.0 | 48 | 〃 30 |
| | 3 | 19.2 | 22 | 30.6 | 29 | 37.0 | 35 | 40.0 | 38 | 50.0 | 46 | 61.5 | 46 | 〃 3 |
| | 4 | 19.2 | 22 | 30.6 | 27 | 44.0 | 34 | 55.5 | 40 | 71.2 | 48 | 76.5 | 48 | Dec. 1 |
| | 5 | 19.0 | 24 | 33.8 | 30 | 46.4 | 36 | 57.4 | 42 | 77.0 | 49 | 85.5 | 49 | 〃 1 |
| | 6 | 18.3 | 24 | 30.6 | 30 | 45.4 | 34 | 57.0 | 42 | 72.2 | 50 | 80.5 | 50 | 〃 1 |
| | 7 | 19.6 | 25 | 28.4 | 29 | 40.0 | 34 | 52.0 | 40 | 71.2 | 46 | 79.0 | 46 | 〃 1 |
| | 8 | 19.4 | 20 | 28.2 | 24 | 40.0 | 29 | 48.0 | 34 | 62.0 | 40 | 71.5 | 40 | 〃 3 |
| | 9 | 16.2 | 20 | 26.8 | 25 | 36.0 | 29 | 44.2 | 34 | 58.6 | 37 | 65.5 | 37 | 〃 1 |
| | 10 | 14.0 | 18 | 19.4 | 21 | 24.0 | 23 | 29.0 | 26 | 41.0 | 31 | 55.0 | 31 | 〃 4 |
| | Mean | 18.8 | 22.1 | 30.0 | 29.3 | 40.2 | 33.2 | 49.3 | 37.5 | 64.9 | 43.9 | 70.7 | 43.9 | Dec. 1 |
| Unzen | 1 | 31.2 | 32 | 38.0 | 36 | 43.0 | 50 | 55.0 | 48 | 69.0 | 55 | 74.0 | 55 | Dec. 1 |
| | 2 | 23.6 | 32 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 3 | 39.2 | 30 | 52.8 | 37 | 61.8 | 42 | 75.0 | 52 | 87.6 | 59 | 86.0 | 59 | Dec. 3 |
| | 4 | 33.4 | 28 | 29.6 | 33 | 34.0 | 36 | — | — | — | — | | — | |
| | 5 | 30.6 | 30 | 36.4 | 36 | 40.2 | 41 | 49.0 | 46 | 60.3 | 54 | 66.0 | 44 | Dec. 4 |
| | 6 | 32.0 | 29 | 36.8 | 32 | 40.7 | 35 | 48.0 | 39 | 61.7 | 46 | 66.0 | 46 | 〃 2 |
| | 7 | 39.6 | 34 | 44.8 | 40 | 52.0 | 43 | 65.2 | 53 | 79.5 | 59 | 92.0 | 59 | 〃 3 |
| | 8 | 24.4 | 24 | 30.4 | 28 | 32.5 | 31 | 41.6 | 36 | 54.7 | 44 | 60.5 | 44 | 〃 3 |
| | 9 | 35.2 | 30 | 46.4 | 36 | 52.2 | 40 | 63.2 | 45 | 78.0 | 55 | 82.5 | 55 | 〃 4 |
| | 10 | 31.8 | 36 | 43.6 | 42 | 50.4 | 47 | 64.0 | 58 | 74.0 | 63 | 81.0 | 63 | 〃 7 |
| | Mean | 32.1 | 30.5 | 39.9 | 35.6 | 45.2 | 40.6 | 57.6 | 47.1 | 70.9 | 54.4 | 76.0 | 53.1 | Dec. 3 |

Table 3. Elongation of Stem Height and Increase of Leaf Number in 60 w Fluorescent Light Section. * cm

| No. | Articles \ Date | Aug. 21 | | Sept. 10 | | Oct. 1 | | Oct. 20 | | Nov. 10 | | The day flowered | | The day flow-ered |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | |
| Kanbotan | 1 | 23.4 | 24 | 29.0 | 26 | 33.2 | 30 | 44.0 | 35 | 58.0 | 43 | 66.0 | 43 | Nov.30 |
| | 2 | 23.2 | 22 | 37.0 | 28 | 48.2 | 34 | 58.0 | 40 | 70.6 | 50 | 77.0 | 50 | Dec. 1 |
| | 3 | 22.0 | 21 | 30.6 | 27 | 40.5 | 31 | 48.4 | 36 | 63.4 | 49 | 71.5 | 49 | 〃 1 |
| | 4 | 17.6 | 20 | 30.8 | 25 | 46.0 | 33 | 56.0 | 40 | 75.0 | 50 | 84.5 | 50 | 〃 1 |
| | 5 | 22.0 | 21 | 37.6 | 27 | 53.2 | 34 | 56.0 | 40 | 84.0 | 47 | 89.5 | 47 | 〃 1 |
| | 6 | 17.4 | 20 | 29.4 | 26 | 35.0 | 29 | 42.2 | 35 | 58.4 | 43 | 70.0 | 43 | 〃 3 |
| | 7 | 16.6 | 24 | 26.4 | 28 | 34.0 | 33 | 44.0 | 37 | 57.0 | 43 | 66.0 | 43 | Nov.30 |
| | 8 | 17.0 | 18 | 26.6 | 23 | 35.4 | 27 | 43.0 | 31 | 56.0 | 36 | 68.5 | 36 | Dec. 5 |
| | 9 | 14.8 | 25 | 23.0 | 31 | 35.6 | 31 | 40.0 | 43 | 51.0 | 50 | 58.0 | 50 | 〃 5 |
| | 10 | 17.4 | 18 | 21.6 | 21 | 26.0 | 23 | 32.2 | 29 | 44.5 | 35 | 56.5 | 35 | 〃 5 |
| | Mean | 19.1 | 21.3 | 29.2 | 26.2 | 38.9 | 30.5 | 46.4 | 36.4 | 61.8 | 44.6 | 70.8 | 45.2 | Dec. 2 |
| Unzen | 1 | 25.6 | 27 | 35.0 | 33 | 40.4 | 37 | 47.0 | 41 | 57.4 | 50 | 63.5 | 50 | Dec. 5 |
| | 2 | 33.8 | 33 | 40.0 | 38 | 44.0 | 41 | 56.0 | 48 | 67.8 | 57 | 75.5 | 57 | 〃 4 |
| | 3 | 36.4 | 34 | 38.0 | 40 | 43.4 | 44 | 47.0 | 50 | 79.0 | 59 | 84.0 | 59 | 〃 5 |
| | 4 | 29.0 | 29 | 36.2 | 32 | 37.8 | 33 | 46.0 | 41 | 57.6 | 49 | 66.5 | 49 | 〃 5 |
| | 5 | 30.3 | 29 | 34.6 | 33 | 40.4 | 34 | 48.0 | 41 | 61.0 | 51 | 66.0 | 51 | 〃 2 |
| | 6 | 25.6 | 32 | 27.4 | 33 | 30.0 | 38 | 35.0 | 41 | 41.0 | 45 | 45.2 | 45 | 〃 5 |
| | 7 | 49.5 | 34 | 45.6 | 38 | 50.0 | 42 | 58.5 | 50 | 69.0 | 54 | 75.5 | 54 | 〃 4 |
| | 8 | 27.4 | 30 | 28.6 | 33 | 43.0 | 39 | 52.6 | 47 | 64.6 | 53 | 67.0 | 53 | 〃 2 |
| | 9 | 34.6 | 29 | 44.2 | 36 | 51.0 | 39 | 62.0 | 49 | 76.0 | 56 | 81.0 | 56 | 〃 4 |
| | 10 | 39.3 | 32 | 47.6 | 36 | 52.6 | 41 | 65.2 | 49 | 78.5 | 54 | 83.5 | 54 | 〃 2 |
| | Mean | 33.2 | 30.9 | 39.7 | 35.2 | 43.3 | 38.8 | 51.7 | 45.7 | 65.2 | 52.8 | 70.8 | 52.8 | Dec. 4 |

Table 4. Elongation of Stem Height and Increase of Leaf Number in 40 w Incandescent Electric Light Section. * cm

| No. | Articles \ Date | Aug. 21 | | Sept. 10 | | Oct. 1 | | Oct. 20 | | Nov. 10 | | The day flowered | | The day flow-ered |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | |
| Kanbotan | 1 | 27.0 | 24 | 43.5 | 30 | 52.8 | 35 | 64.7 | 40 | 83.2 | 45 | 91.5 | 45 | Dec. 2 |
| | 2 | 19.8 | 24 | 37.0 | 30 | 53.4 | 36 | 66.0 | 42 | 85.0 | 51 | 91.0 | 51 | Nov.30 |
| | 3 | 20.8 | 23 | 31.2 | 27 | 35.0 | 29 | 36.0 | 31 | 42.0 | 39 | 59.5 | 39 | Dec. 8 |
| | 4 | 16.2 | 21 | 28.4 | 26 | 33.0 | 29 | 38.2 | 34 | 54.8 | 41 | 65.5 | 41 | 〃 3 |
| | 5 | 21.6 | 23 | 33.6 | 29 | 41.7 | 33 | 52.7 | 40 | 73.2 | 46 | 72.8 | 46 | Nov.30 |
| | 6 | 19.4 | 26 | 32.5 | 32 | 36.4 | 35 | 39.6 | 37 | 49.7 | 45 | 63.0 | 45 | Dec. 6 |
| | 7 | 18.6 | 21 | 22.0 | 23 | 30.0 | 25 | 40.0 | 34 | 60.6 | 39 | 69.0 | 39 | Nov.30 |
| | 8 | 16.4 | 20 | 28.0 | 25 | 32.7 | 28 | 40.6 | 32 | 57.6 | 39 | 71.0 | 39 | Dec. 4 |
| | 9 | 14.4 | 21 | 23.0 | 23 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 10 | 12.3 | 18 | 21.3 | 22 | 30.8 | 27 | 37.5 | 32 | 53.4 | 41 | 64.5 | 41 | Dec. 6 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean | 18.7 | 22.1 | 30.1 | 26.7 | 38.4 | 30.8 | 46.1 | 35.8 | 59.9 | 42.9 | 72.0 | 42.9 | Dec. 3 |
| Unzen | 1 | 29.3 | 31 | 32.6 | 34 | 39.0 | 39 | 47.0 | 45 | 57.0 | 51 | 56.0 | 51 | Dec. 6 |
| | 2 | 29.0 | 29 | 29.5 | 31 | 34.2 | 37 | 41.4 | 41 | 53.0 | 49 | 58.0 | 49 | 〃 3 |
| | 3 | 33.5 | 34 | 46.8 | 41 | 55.0 | 45 | 64.2 | 54 | 76.0 | 59 | 78.5 | 59 | 〃 2 |
| | 4 | 35.8 | 33 | 54.5 | 39 | 66.0 | 43 | 83.2 | 60 | 100.0 | 64 | 104.0 | 64 | 〃 1 |
| | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 6 | 26.4 | 31 | 27.6 | 34 | 28.0 | 34 | 41.0 | 38 | 53.0 | 44 | 61.0 | 44 | Dec. 7 |
| | 7 | 34.8 | 29 | 37.6 | 31 | 38.0 | 31 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 8 | 32.8 | 31 | 40.6 | 39 | 46.7 | 42 | 56.2 | 46 | 70.0 | 54 | 75.5 | 54 | Dec. 5 |
| | 9 | 28.8 | 32 | 34.2 | 36 | 39.4 | 39 | 49.0 | 45 | 61.7 | 51 | 67.5 | 51 | 〃 4 |
| | 10 | 23.0 | 30 | 27.2 | 34 | — | — | | — | — | — | — | — | — |
| | Mean | 31.5 | 31.1 | 36.7 | 35.4 | 43.3 | 38.8 | 54.6 | 41.1 | 67.2 | 53.1 | 71.5 | 53.1 | Dec. 4 |

Table 5. Elongation of Stem Height and Increase of Leaf Number in 200 w Incandescent Electric Light Section. * cm

| No. | Date / Articles | Aug. 21 | | Sept. 10 | | Oct. 1 | | Oct. 20 | | Nov. 10 | | The day flowered | | The day flowered |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | Height of stem* | Number of leaf | |
| Kanbotan | 1 | 22.2 | 24 | 35.4 | 30 | 45.0 | 34 | 55.0 | 40 | 70.6 | 49 | 80.0 | 49 | Dec. 3 |
| | 2 | 21.6 | 26 | 33.4 | 30 | 40.5 | 34 | 49.0 | 40 | 63.4 | 46 | 72.5 | 46 | 〃 5 |
| | 3 | 19.6 | 22 | 34.8 | 27 | 46.3 | 32 | 53.0 | 36 | 66.0 | 43 | 77.0 | 43 | 〃 5 |
| | 4 | 18.0 | 23 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 5 | 20.2 | 23 | 33.2 | 27 | 37.4 | 40 | 41.0 | 35 | 61.0 | 43 | 72.0 | 43 | Dec. 4 |
| | 6 | 19.6 | 21 | 33.6 | 27 | 36.4 | 28 | 46.0 | 32 | 56.0 | 40 | 72.5 | 40 | 〃 5 |
| | 7 | 18.2 | 21 | 30.2 | 26 | 32.6 | 29 | 34.5 | 31 | 35.4 | 34 | 56.0 | 34 | 〃 8 |
| | 8 | 14.0 | 18 | 22.6 | 21 | 27.0 | 23 | 32.5 | 27 | 42.0 | 33 | 55.5 | 33 | 〃 7 |
| | 9 | 16.8 | 23 | 29.6 | 27 | 34.0 | 30 | 37.0 | 33 | 45.7 | 39 | 60.0 | 39 | 〃 6 |
| | 10 | 10.6 | 18 | 13.6 | 20 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | Mean | 18.1 | 21.9 | 29.6 | 26.9 | 27.4 | 31.3 | 45.5 | 34.3 | 55.0 | 40.9 | 68.2 | 40.9 | Dec. 5 |
| Unzen | 1 | 27.4 | 31 | 38.8 | 35 | 39.2 | 38 | 49.0 | 46 | 58.4 | 55 | 65.0 | 55 | Dec. 6 |
| | 2 | 30.4 | 24 | 38.6 | 28 | 44.0 | 32 | 54.6 | 38 | 69.0 | 47 | 75.5 | 47 | 〃 4 |
| | 3 | 30.4 | 28 | 44.8 | 46 | 51.5 | 52 | 61.8 | 57 | 65.5 | 64 | 75.5 | 64 | 〃 7 |
| | 4 | 25.6 | 29 | 34.6 | 33 | 44.0 | 38 | 53.0 | 43 | 66.0 | 53 | 70.0 | 53 | 〃 8 |
| | 5 | 25.5 | 22 | 32.8 | 28 | 37.0 | 32 | 47.5 | 38 | — | — | — | — | — |
| | 6 | 28.2 | 30 | 35.6 | 38 | 40.5 | 44 | 48.0 | 49 | 55.0 | 57 | 58.0 | 57 | Dec. 4 |
| | 7 | 46.0 | 34 | 53.4 | 41 | 57.5 | 45 | 63.4 | 51 | 81.0 | 61 | 90.0 | 61 | 〃 7 |
| | 8 | 29.6 | 28 | 35.8 | 33 | 44.0 | 37 | 52.2 | 45 | 65.4 | 54 | 71.0 | 54 | 〃 4 |
| | 9 | 26.8 | 26 | 33.0 | 30 | 41.7 | 34 | 51.0 | 42 | 64.0 | 50 | 69.5 | 50 | 〃 2 |
| | 10 | 26.4 | 26 | 30.6 | 30 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | Mean | 29.6 | 27.8 | 42.8 | 34.2 | 44.4 | 39.1 | 53.4 | 45.4 | 65.5 | 55.1 | 71.8 | 55.1 | Dec. 5 |

以上の各表から先づ電照によつて草丈が伸びるものか否か，また，電照打切後，開花期が電照の強さによつて異るものかどうかを検討して見よう．

(1) 電照の強さと草丈の伸長

この問題について第1表から第5表までの草丈の平均をとり上げて螢光燈とその強さ，白熱燈とその強さの影響について述べて見よう．

Table 6. Elongation Ratio in Each Experimental Section in the Lighting Period.

| Section / Species / Articles | Control | | Fluores. 10 w | | Fluores. 60 w | | Incandes. 40 w | | Incandes. 200 w | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kan-botan | Unzen | Kan-botan | Unzen | Kan-botan | Unzen | Kan-botan | Unzen | Kan-botan | Unzen |
| Light started (a) | 20.4 cm | 31.5 | 18.8 | 32.1 | 19.1 | 33.2 | 18.7 | 31.5 | 18.1 | 29.6 |
| Light stopped (b) | 38.0 cm | 47.0 | 40.2 | 38.9 | 38.9 | 43.3 | 38.4 | 43.3 | 27.4 | 44.4 |
| Elongation ratio | 1.86 | 1.59 | 2.13 | 1.40 | 2.03 | 1.30 | 2.05 | 1.37 | 1.51 | 1.50 |
| Balance, (b)-(a) | 17.6 cm | 15.5 | 21.4 | 13.1 | 19.8 | 10.1 | 19.7 | 7.8 | 9.3 | 14.8 |

Light started Aug. 21, Light stopped Sep. 30

第6表によつて電照開始後打切迄40日間に伸長した草丈の生育工合を見ると，一番伸長率のよいのは螢光燈10wの寒牡丹であり，次いで白熱燈40wの寒牡丹，螢光燈60wの寒牡丹，標準区の寒牡丹という風に寒牡丹が雲仙に比して著しくよく伸びている．次いでは，標準区の雲仙，白熱燈200wの寒牡丹，白熱燈200wの雲仙，螢光燈10wの雲仙，白熱燈40wの雲仙，螢光燈60wの雲仙の順となつている．寒牡丹が何れの区でも大体よく伸びているのはその性質によるものらしいが，雲仙を含めて全体の伸長の傾向を見ると電照をしなかつた標準区に較べて電照区の菊の伸長は必らずしもよいとは云われない．菊の電照による伸長はその品種の特性によることが大きいようである．然し，本実験の目的であつた螢光燈に於ても白熱燈とあまり違わずに伸長の効果はあるものと考えられる．

(2) 電照の強さと開花の時期

Table 7. Relation to the Intensity of Each Light Lamp and Flowering Period.

| Section / Species / Articles | Control | | Fluores. 10 w | | Fluores. 60 w | | Incandes. 40 w | | Incandes. 200 w | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kan-botan | Unzen | Kan-botan | Unzen | Kan-botan | Unzen | Kan-botan | Unzen | Kan-botan | Unzen |
| Date flowered | Nov. 7 | Nov. 8 | Dec. 1 | Dec. 3 | Dec. 2 | Dec. 4 | Dec. 3 | Dec. 4 | Dec. 5 | Dec. 5 |

第7表によつて各区の菊の開花期を見ると，どの区も寒牡丹の方が雲仙より1～2日早いか同じ位である．電照の種類，電照の強さと開花期との間には殆んど差異がなく，電照したどの区も開花期は12月1～5日である．標準区は11月の7～8日が開花日となつているから，螢光燈，白熱燈共に花芽分化抑制に対する効果があつたわけで，白熱燈に代つて螢光燈の電照効果も劣るものでないことが解る．

(3) 電照による花芽分化の調査

材料の関係で雲仙だけを用い，電照打切日より5日，10日，15日，20日の4回にわたり，花芽分化の有無を検した．その結果，打切後5日目の10月5日にはどの区にも分化が認められなかつたが，10日目には5個体の中1～2個体に分化が認められ，15日目には5個体の中，4個或は全部に分化が見られた．20日目には各区の全部の調査個体に分化が認められ，大体予想した通りであ

つた．花芽分化の検定はアルコール保存のものを随時双眼顕微鏡により，生長点の肥大した花芽分化の第2期頃を以て分化の徴候と判断した．この成績を示したものが第8表である．

Table 8.　Condition of Flower Bud Differentiation on 5～20 days after Each Light Section was putting out.

| Section ＼ Stopped light ＼ Date | October 5 (5th day) | October 10 (10th day) | October 15 (15th day) | October 20 (20th day) |
|---|---|---|---|---|
| Fluores. 10 W | × × × × × | ○ × ○ × × | ○ ○ ○ × ○ | ○ ○ ○ ○ ○ |
| Fluores. 60 W | × × × × × | × × × ○ × | ○ ○ × ○ ○ | ○ ○ ○ ○ ○ |
| Incandes. 40 W | × × × × × | × × ○ × ○ | ○ ○ ○ ○ ○ | ○ ○ ○ ○ ○ |
| Incandes. 200 W | × × × × × | × ○ × × × | ○ ○ ○ ○ × | ○ ○ ○ ○ ○ |

(4)　実験施行中に於ける室内の温度

実験中の室内温度については8月21日の電照開始後電照打切日の9月30日までは1日の最低温度が 15°C 以上あり，以後花芽分化時の10月5～20日の最低平均温度が 11°C 以上あつたので，別に問題はないが，念のために温度の一覧表を次に示しておく．

Table 9.　Room (Glass house) Temperature (C°) during the Experiment was carried out.

| Temp. ＼ Day | Aug. 21～25 | 26～31 | Sept. 1～5 | 6～10 | 11～15 | 16～20 | 21～25 | 26～30 | Oct. 1～5 | 6～10 | 11～15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max. Temp. | 34.1 | 29.9 | 36.5 | 35.8 | 34.1 | 28.1 | 31.3 | 29.8 | 33.8 | 31.5 | 24.7 |
| Min. Temp. | 17.6 | 20.7 | 23.8 | 25.7 | 21.7 | 19.0 | 19.3 | 15.3 | 16.1 | 16.7 | 14.6 |

| Temp. ＼ Day | Oct. 16～20 | 21～25 | 26～31 | Nov. 1～5 | 6～10 | 11～15 | 16～20 | 21～25 | 26～30 | Dec. 1～5 | 6～10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max. Temp. | 30.2 | 25.9 | 26.7 | 28.8 | 24.8 | 27.5 | 25.6 | 29.1 | 24.6 | 23.4 | 27.1 |
| Min. Temp. | 11.8 | 12.0 | 12.0 | 9.4 | 9.6 | 9.1 | 4.7 | 6.1 | 4.6 | 4.0 | 4.8 |

## IV. 論　　議

螢光燈を用いて菊その他の園芸植物の花芽分化を抑制する実験はあまりなされたことを知らないので，参考文献とてないのであるが，1955．アメリカの R. H. Hanchey 氏がセントポーリヤ (*Saintpaulia*) の栄養並びに生殖生長と螢光との関係について記したものがある．この論文は主として螢光燈の強さと開花期との関係について論じてあるが，数多くの実験方法の中，600 呎燭光の螢光を18時間与えたものは一番多くの花をつけ開花を早めたという．本実験は同氏の実験とは縁遠いが，螢光燈の効用を認める上には役立つものと信ずる．

次に螢光燈照射による菊の草丈伸長についてであるが，この実験に於ては既に記した如く電照によつて標準区に比し伸長が著しかつたのは寒牡丹を用いた螢光 10w，螢光 60w，白熱燈の 40w 区で，他の区では標準区ほどの伸長率 $\left(\frac{\text{電照打切日の草丈 cm}}{\text{電照開始日の草丈 cm}}\right)$ を示していない．これを筆者（安

田）が1954年に行なつた岡山平和の電照（白熱燈）試験と比較すると，岡山平和では200, 100, 50各wの中，w数の大なるものほど伸長を促がしたのと多少異なつている．即ち今度の実験では白熱燈200w及び螢光燈60w雲仙は必らずしも伸長率がよくない．螢光燈及び白熱燈によつてよく延びる品種とそれほどでない品種とがあることは想像出来るが，それにしても伸長を促がす目的，花芽分化を遅らせる目的であまり大きいwの電照を行う必要はないように思われる．電照による草丈の伸長度はこの実験10区の中，標準区の伸長率が2品種共5位を占めたのに，岡山平和の実験では標準区が最下位であつたのは明かに品種によつて電燈の感光度に差があるものと思われる．

尚，広島県立農業試験場可部支場の信野技師が1954年度に於て有色螢光燈，天然白色螢光燈と普通の白熱燈を用い，洋菊のジミーレートホワイト種とレモンクイーン及び九州一について草丈の伸長や開花期を調査したものがある．その結果について信野技師は各種螢光燈の効力は白熱燈に較べ草丈の伸長に対しても開花抑制力についても大した差異はなかつたが，只青色螢光燈だけが他の燈に比して花芽抑制に対する効力が弱いようだと云つている．同実験の概要は9月10日に電照開始，10月30日電照打切，照明時間は日没後22時まで毎夜4時間となつている．次に同技師の試験結果の一部を表示して見る．

Table 10.　On the Kinds of Light Source and Delaying Effect to Crysanthemum Varieties. (By T. Sinno, 1954)

| | Source of light | The last stem length | Date Flowered |
|---|---|---|---|
| Gimmy late white | Blue Fluoresc. light (20w) | 65.9 cm | Jan. 23 |
| | Pink 〃 〃 (20w) | 67.3 | Feb. 10 |
| | White 〃 〃 (20w) | 65.7 | 〃 7 |
| | Incandesc. light (60w) | 60.1 | 〃 7 |
| Lemon queen | Blue Fluoresc. light (20w) | 79.6 | 〃 5 |
| | Pink 〃 〃 (20w) | 76.2 | 〃 11 |
| | White 〃 〃 (20w) | 80.9 | 〃 18 |
| | Incandesc. light (60w) | 68.2 | 〃 6 |
| Kyushu 1 (九州一) | Blue Fluoresc. light (20w) | 72.4 | Jan. 26 |
| | Pink 〃 〃 (20w) | 72.3 | Feb. 7 |
| | White 〃 〃 (20w) | 76.8 | Jan. 31 |
| | Incandesc. light (60w) | 80.0 | Feb. 1 |

この表と著者等の実験結果とを対比して見ると，草丈に於ても開花期に於ても品種の差があることは同様であるし，螢光燈が白熱燈に較べて特に劣つているものでないことが分る．有色螢光燈の効果については著者等は実験を試みていないので触れないこととする．信野氏のワット（w）の計算は解らないが，著者等の場合は螢光燈のワット数を白熱燈のワット数の4倍程度として螢光10w＝白熱40w，螢光60w＝白熱200wとして光の性質は異つてもワットは大体同じ位として試験に供した．

電照打切後，何日を経て花芽分化を始めるかについては従来10日内外以後とされているが，本実験に於ても10日後で60～80%，15日後で90～100%，20日後には100%花芽を分化しているから，螢光燈を用いても在来の結果と同様の結論を得たものと思う．

それでは菊その他の作物の電照用に螢光燈を使用した方が費用が白熱燈よりも安くなるかの問題であるが，これは一概に決めることが出来ない．螢光燈の電力消費金額は普通白熱燈の1/3以下とされているから電燈使用料金そのものは安いものであるが，螢光燈そのものの値段は同じ明るさの白熱燈代の20倍もするのであるから，電照面積が50～100坪ということになると可なりの費用を要する．従つて単に年1～2回約10日の使用だけでは費用上損であつて，この螢光燈を次々

と連続して使用する道を講ずる必要があるものと考えられる.

## IV. 摘　　要

1. 螢光燈が白熱燈即ち普通の電燈と同様，菊の抑制栽培（電照）に対し効果があるか否かを知らんがためと電照の強さが菊の抑制に何等かの差異があるか否かを試そうがために1956年の夏から秋にかけて寒牡丹と雲仙を用いてこの実験を行なつた.

2. 電照中に於ける草丈の伸長率は品種によつて差があるが，螢光燈と白熱燈との間には特別の差異は見られなかつた. また，螢光燈及び白熱燈のワットの強さと草丈の伸長との間にもはつきりした区別は見られなかつた.

3. 電照打切後の開花期は各試験区共殆んど同じであつた即ち，電照の強さ及び電照の種類と開花期との間に特別正の関係は見られない. 雲仙は寒牡丹に比し各試験区共1〜2日宛おくれているが，これは品種の差異によるものだと思う.

4. 電照打切後，花芽分化開始までの期間は10〜15日で，20日後には全部の花芽に分化が見られた. 従つて螢光燈 10wでも菊の花芽分化を抑制する効果は十分あるものと思われる.

## 参　考　文　献

1) 安田勳，横山二郎（1952）：洋菊の電照による促成試験，岡山県立農業試験場臨時報告51，59—66.

2) 信野尚（1955）：菊の抑制栽培試験（光源の種類と抑制効果について）広島農業試験場可部支場試験成績書（昭和29年度）.

3) R. H. Hanchey (1955) : Effects of fluorescent and natural light on vegelative and reproductive growth in *Saintpaulia*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66, 378—382.

# メロン果実の疣状突起について

## 第1報　人為処理による疣状突起の形成と疣状部の解剖学的観察

益田忠雄・林　清史

# Verruca on the Fruit of Melon

## 1) The Formation of Verruca due to the Artificial Treatment and its Anatomical Observation

Tadao MASUDA and Kiyoshi HAYASHI

When Honey Dew melons are cultivated and fruits enlarge between the rainy season and the end of September, verrucae often appear on its surface and spoil the market price.

In the process of formation of the verruca, the small dark green spot appears first when the fruits are from the hen's egg size to about 10 cm in length, then the spot spreads gradually and begins to rise. The spot grows into 4—5 mm in diameter and stops growing. As the color of fruit turns from green into light yellowish white, the dark green of the spot gradually disappears and the light orange brown appears under the epidermis of the spot. The verruca which develops about 2 mm in height has the cork layer (light grey brown) on its head.

These experiments were carried out to explain the cause of the verrucae.

The results obtained were as follows.

A. The formation of the verrucae due to the artificial treatment.

1. The dark green spots appear on the surface of young fruit 2 days later when they are placed on the desk after the rubbing treatment with the index finger softly. These spots are equal to those which appear in the cultivation.
2. The dark spots do not appear on those kept in the wet chamber after this treatment.
3. From the result mentioned, we estimate that the formation of the verrucae induced by the rubbing treatment first and its development are supplemented by humidity.

B. Anatomical observation on the verrucae.

1. Observing the transverse section of the young spotted part, the tissue under the epidermis 0.5—0.8 mm in depth was turned into the water-soaked condition.
2. In the spotted part, many groups of lignified cells were observed in the tissue under the epidermis.
3. The lignification originates from the cells adjacent to the basis of the hair spoiled artificially, then gradually spreads to the cells under the epidermis and stops when the spot reached to about 4—5 mm in diameter.
4. The spotted area is spread and raised gradually until the fruit reaches full maturity and become a verruca.
5. The verrucae which developed fully have a cork cambium on its head.

## 緒　　言

Honey Dewメロンの栽培においては，しばしば異常果を生じて商品価値を著るしく低下してしまうことが多い．この異常果に二つの型があつて，一つの型は花蕾の発育に正常を欠くとか，

あるいは受精が不完全であつたために起つたと考えられるもので普通の畸形果であるが，他の型は果実の表面に現われる疣状突起で柑橘の果実に生ずる蒼痂病のごとき状態である（第1図参照）

この疣状突起は果実が鶏卵大乃至 10 cm 程度の大きさの頃に，はじめ果面に暗色の水浸状の小斑点として現われる．この暗色の部分は除々に拡大して，直径 4〜5 mm 位の大きさにも達する．斑点部の拡大と同時にこの部分が隆起を始めるが，この隆起は果実の成熟までつゞく．果実が成熟期に入つて果面が緑色を減じて次第に淡黄白色を呈してくると，斑点部の暗色は次第に消失して，突起部の表皮下は淡橙褐色を呈する．突起部の高さが 2 mm 前後の高さに発達したものでは，淡灰褐色のコルクが先端部に形成される．この疣状突起は1個の果実に数十個も生ずることがある．

疣状突起は果実の肥大期が梅雨期に入つてから後にあるような栽培時期の果実に多く発生し，しかも窒素肥料を多く与えた場合にはより多く発生すると云われている．しかし，未だ発生の原因は不明であつた．本実験は Honey Dew メロンの果実の疣状突起の形成の原因を知るために，果実に人為処理をおこなつて観察し，また発生経過を解剖学的に観察したものである．

## 実験材料並に方法

材料（Honey Dew メロン）は8月10日に播種し硝子室内で慣行の栽培をおこなつたもので，開花結実期は9月上中旬であつた．人為的に疣状突起を発生せしめるために9月26日より10月24日にわたつて処理を行つた．処理の方法は果実の表面に触れないように採取した縦径 10 cm 位までの緑色の濃い若い果実を用い，果面を前後面に分け，一つの面を無処理の標準とし他の面を人指指の腹で軽く果梗部より果頂部まで2回反覆して摩擦した．処理果は室内及び湿室（硝子鐘の内部に水を吹きつけて作つた）に入れ疣状突起の生成過程を観察した．解剖学的観察は，この人為的に誘起した疣状突起の外，果実の表面を針で突いて傷を与えた場合の傷害部と栽培果実に形成された疣状究起について比較観察を行つた．材料は何れもパラフィン切片法又は徒手切片法により検鏡した．なお染色にはフロログルシン塩酸，Sudsn Ⅲ，サフラニン等を用いた．

疣状突起を人為的に起させるために摩擦処理を行つたのは，茎葉や支柱に触れる果実の表面に発生が多いように見られること，また摘果した果実を乱棒に取扱つた場合に極端に多く発生したので行つてみた．

## 実　験　結　果

1.　人為処理による疣状突起の形成

摩擦処理を行つた果実を室内に放置しておくと，処理面に2日後頃より小さい暗色の斑点が多数生ずる（第2図，右果）．一方同様な処理をして湿室に保つたものには斑点を生じなかつた（第2図，左果）．何れの場合も，無処理の果面には斑点は形成されない．この斑点は栽培下にある果実に生ずるものと全く同一のものであつた．斑点部は引続いて拡大しやゝ隆起してくるが，拡大の方は大きさが直径 4〜5 mm に達すると停止する．

2.　疣状突起の解剖学的観察

疣状突起の発生初期に現われる暗色の斑点部分を薄く削ぎフロログルシン塩酸により染色し拡大したものが第4，5，6図である．濃く染つて見えるのは細胞膜の木化した細胞の存在を示すものである．第4図においては，木化が最初に毛茸の基部より起つていることを示し，第5図ではその外に毛茸の基部の木化と木化細胞の区域の拡大が見られる．第6図では木化細胞が増加して

独立的に出来た木化区域が拡大し癒合し分枝状の複雑な形態になつたものである．大体において，木化はこの程度の拡大で停止してしまう．この時期はおよそ処理後10日位を経過している．

木化の横への拡大状況は以上のようであるが，果実の横断面をつくつて斑点部を観察すると，斑点部は果面より0.5〜0.8mm位の深さまでの部分は肉眼でみて水浸状を呈し，他の部分と明確に区別される．この水浸状の組織が表皮より見た場合暗色の斑点に見える原因となつている．この部分の細胞を検鏡すると細胞膜が薄く内容も充実し若々しい．表皮下には第8図に示したように，木化部分が出来ている．この木化は果実の毛の基部より起つて，ふつう表皮下の下皮（Hypodermis）の第1層に横に拡がる場合が多いが，図に示されたような数層の厚さの木化細胞が団塊状に作られることもある．

毛茸が折れてしまつたとか，或は毛茸の基部に亀裂を生じた場合には，毛茸の基部の細胞またはそれに接した下皮の第一層の細胞に木化が起ると同時にこの部分の下部の組織は分裂を起し，細胞も幾分か大きくなつて隆起を始める．疣状突起が相当進むと，この部分の細胞は突起の方向に縦に竝んでいる（第9図）．突起が発達し果実が成熟してくると，第10図に示したように，突起部の先端の表皮下にはコルク形成層が出来て作られたコルク層は木化細胞の上部の表皮を破つて表面に現われる．はじめ水浸状を呈して他の組織と区別された下皮の細胞は，この頃になると異常のない部分の細胞と変らなくなつてくるので，面から見て暗色部は消失してくる．

## 考　　察

果実の品質に関係のある障害の中で生理的に起るものは，果樹においては梨の黄痣病，果点コルクの異常発達，柚肌病，苹果の縮果病，Apple scab，葡萄の日焼病（縮果病），柑橘の縮果病及び各種果実の裂果があり，蔬菜の中ではトマトの尻腐病や裂果がある．これらのものは土壌湿度乃至は空中湿度が主要な原因となつて起り，あるものはコルク形成を見るが，何れも外部から加えられる機械的な力を必ずしも必要としないで起り得る．メロンの疣状突起は外部からの傷害によつて生ずる．

損傷を受けた植物組織に癒傷組織が作られコルク層をつくることはよく知られている．しかし，メロンの場合には毛茸が外部から機械的な損傷を受けるとその基部もしくはその附近の細胞が木化を起す．このことは特異なものであろう．

一般に細胞膜の木化現象は外力に対する機械的強化の外に，生理的には細胞の枯死を来たし，ひいては原形質の消失，細胞の透過性の変化を起すものである．毛茸の損傷によりその部分より水分の蒸発が盛んになるが，木化現象は水分の消失防止に役立つものであろう．しかし，疣状突起を形成するための細胞分裂乃至細胞の肥大は，毛刺の損傷により刺戟されて出来た傷害ホルモン（Wound hormone）又は細胞の枯死（木化部）に由来する死滅すホルモン（Necro-hormone：Harberlandt 1887）の如き一種のホルモンにより誘起されるものであろう．このことは，疣状突起の発生が若い果実のみに起り，又窒素肥料を多く与えた場合により多く発生することから見ても，ホルモンの生成が考えられる．

しかし，毛茸を傷つけないで果実を直接損傷した場合，例えば針の先で果実を突いた場合には，果面を摩擦して毛茸を損傷した果実に斑点を生じて，それが拡大している期間（処理後10日まで）に果面に暗色の斑点も生じなく，又木化も起らなかつた．第11図は刺傷を与えた組織の縦断面であるが，数層の細胞が水分を失つて膜状に重なつていることが分る．したがつて，メロンの場合には毛茸が果実の生理作用の上に重要な意義をもつていると思われる．

カリフォルニヤ州におけるメロンの重要な害虫とし Cucumber Beetle がある．メロンの肥大期

に発生する成虫はメロンの葉，果実，茎，根部（Crown）を食害するが，果実を食害した場合に疣状突起と全く同様な現象を起さしめる．すなわち，食害された果実の幼果に暗色の病斑が出来て隆起し，成熟果になるにしたがつて突起は大きくなり，暗色の斑点はなくなり，先端部にコルクが作られる．この害虫の食害によつて起る疣状突起の発生は，おそらく表皮の毛茸の損傷を起すことに起因するのではなかろうか．なお，Cucumber Beetle は疣状突起の最も多く出る Honey Dew を最も好み，ついで発生の多い Crenshaw 及び Casaba を好んで食するが，疣状突起を発生しない Cantaloup や Persian variety は殆んど食害しないことは興味がある．このことは果実の内容成分の差違による害虫の好みによる点もあろうが，表皮の状態が関係しているものと思われる．

メロンの栽培時期は疣状突起の発生に大きな関係をもつている．開花時期が梅雨期までに起つた場合は殆んど発生を見ないが，それ以後に起るような栽培には多く発生する．この原因としては，(人為処理をして湿室に入れた果実に発生しないことから考えても）おそらく温度よりも空中の湿度が関係しているのではなかろうか．また種々のウリ科の砧木を用いて Honey Dew を栽培した場合には，胡瓜及びユウガオ砧に接いだものに発生が多かつた．この原因として考えられることは，穂と砧の共生親和力により起る生育状態や砧木と穂の滲透圧の差などであるが，くわしくは実験して見なければ分らない．

## 摘　　要

1. Honey Dew メロンの果実の表面に現われる疣状突起を人為的に起させ，その発生経過を観察すると共に解剖学的に追求した．

2. 若い果実の表皮に軽い摩擦処理を施し室内においたものには，処理後2日において暗色の斑点を生じた．これは栽培中に生じた疣状突起の初期の変化と同様であつた．

3. 処理果を湿室に入れると斑点はできなかつた．

4. 暗色に変つた部分は表皮下0.5〜0.8 mm 位の深さの組織は水浸状を呈していた．これが斑点の原因である．

5. 斑点部においては表皮下に木化細胞が現れるが，その現われ方は最初斑点部の各所に独立的に発生して出来た木化細胞群が，拡大によつて癒合し複雑な形態をとるようになる．

6. 木化は損傷を受けた毛茸の基部より起こり，主として Hypodermis の最外層に拡がるが数層に及ぶ団塊状をなすこともある．

7. 斑点部は果実が完熟するまで発達し疣状突起となるが，よく発達した突起部の先端にはコルク形成層が作られ，コルクを表面に増生する．

8. 結局，メロンの疣状突起は果実の毛茸の損害が直接原因であり，これに空中湿度等が関係して起るものと思われる．

## 参　考　文　献

1）猪野俊平（1954）：植物組織学．
2）中川昌一（1951）：葡萄果実の生理障害に関する研究，第2報，障害果の解剖学的考察，園芸学研究集録，VI．
3）平野英一（1939）：二十世紀梨の黄痣斑に関する二，三の知見，園学雑，Vol. 10，No. 1．
4）坂村徹（1946）：植物生理学．
5）益田忠雄，林清史（1955）：ハネデユーメロンの栽培に就て（温室の経営管理に関する研究）岡山農試臨時報告 第51報
6）滝本清透，中田覚五郎：解剖植物病理学．
7）A. E. Michelbacher, W. W. Middlekauff, O. G. Bacon and J. E. Swift (1955)：Controling Melon Insects and Spider Mites. Calf. Agr. Exp. Sta. Bull. 749.

Fig. 1. Verrucae which appeared on the surface of the harvested fruit.

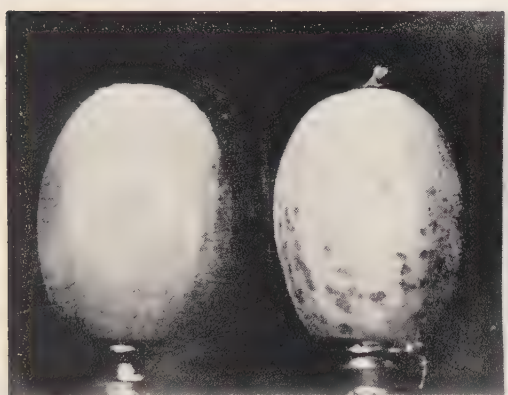



Fig. 2. Effect of rubbing treatment on fruit. Fruits were softly rubbed over the surface with the inner part of an index finger. The picture was teken 4 days after rubbing.

Right. The fruit which left on the desk after rubbing. Notice the dark spots.

Left. The fruit which kept in the wet chamber. The spots did not appear.

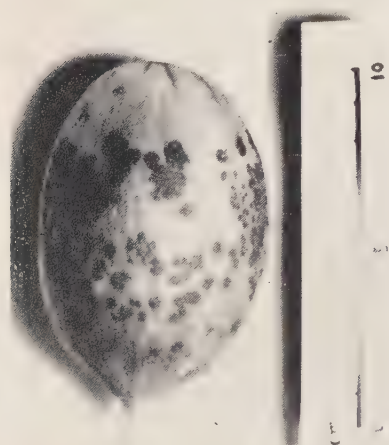



Fig. 3. Effect of rubbing treatment on fruit (10 days after the treatment).

Lignification at the early stage of the verruca observed from the surface of the fruit

Fig. 4. Lignification originated from the cells adjacent to the basis of the hair spoiled artificially (5 days after rubbing).

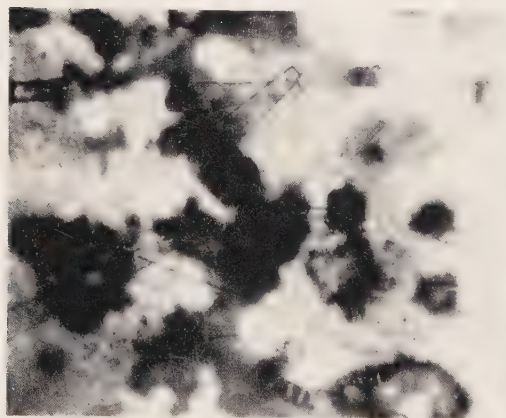



Fig. 5. Lignification spread sidewards to the cells under the epidermis.

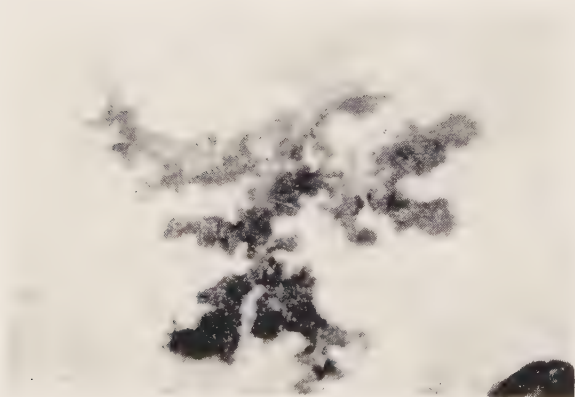



Fig. 6. The lignified cells increase in number continuously, then groups of the lignified cells originate separately, unite and grow to the irregular form finally.

Fig. 7. Cross section of the epidermis and hypodermis of the fruit in which verrucae did not appear.

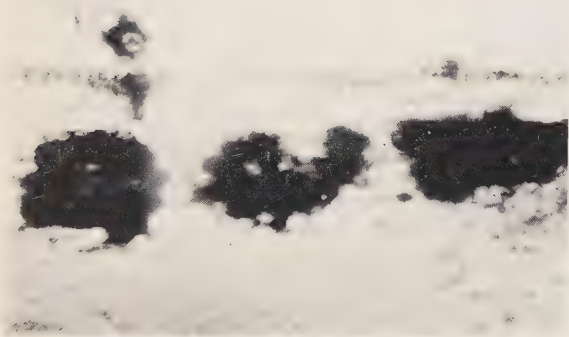



Fig. 8. The cross section of the verruca at the early stage. It shows that the lignification of the cell membrane originated from the basis of the hair and spread to the upper and lateral part of the hypodermis.

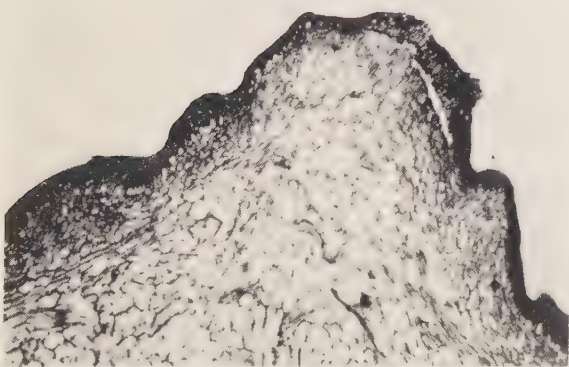



Fig. 9. Cross section of the verruca developed fully.

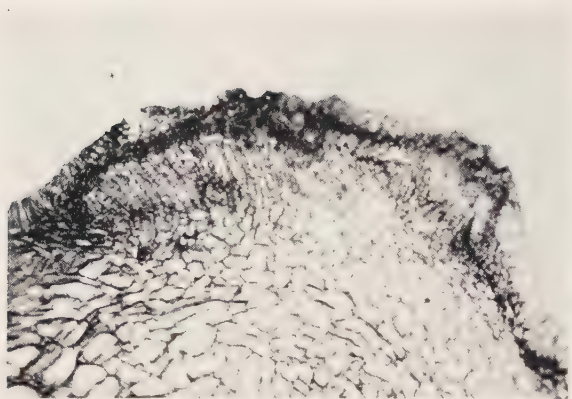



Fig. 10. Cork cambium of the verruca.

Fig. 11. Cross section of the deformed tissue prickled with a needle on the surface of the fruit (7 days after treatment). No lignification occurred.

# 農業機械化の経済的意義に関する研究

## （第1報）農業機械の意義について

福　田　　稔

## Studies on Economical Meaning of Agricultural Mechanization.

## I. On Meaning of Agricultural Machine.

Minoru FUKUDA

In studying economical aspects of the agricultural mechanization, it has become necessary to define the economical meaning of machine or the agricultural one in the farm management.

In the field of economics, the definition which was given to machine by K. Marx in *Das Kapital Bd.* I. has been accepted by most economists ; while a number of previous workers have expressed their opinions about the agricultural machine.

Consulting these suggesive and instructive opinions, the present writer may define the meaning of the agricultural tools or implements and machines.

This is of importance for the study of the agricultural mechnization in Japan. It is almost impossible for farmers, to increase their labor efficiency with mere tools or implements, though always with a horse or cattle. It is only by the use of machines that farmers can increase thier labor efficiency, because while tools or implements can only strengthen human powers, machines work essencially in place of human activities, the function of which is so greatly different from those of tools in quantity and accordingly in quality.

In this sense, the agricultural innovations through the introduction of machines, will have a deep and wide influence upon not only the farm management but also upon the farming life in general.

### I. 機械の意義

われわれが普通用いている機械と云う言葉の語義は，大言海によると「種々の機関（シカケ）にて種々の仕事に用いる道具の称」とある[1]．すなわち広い意味における道具のうちとくに何らかの「シカケ」が施されていて人間の仕事に役立つものという意味に解することができる．

しかし今日の機械と云う言葉は，machine Maschine の訳語としての意味を持つものと思われるが，それらの語源は，ギリシヤ語の mākkinḗ 又は mēkhané 及びラテン語の māchina から出ているものであつて何れも「手段」を意味するものであつた．しかし現在用いられている machine に対して Oxford English Dictionary は次の如く説明している．機械とは「狭義においては，それぞれ一定の機能を営む数多くの相互に連結し合つた部分品からできているところの，機械的な力を使用するための一つの装置」であり，機械学では「力を伝達し或いはその作用を変えるために用いられる全ての道具（instrument）．単純機械（simple machine）とは，例えば挺子とか或はその他の部分品の結合からできていないものである．複合機械とは，その能率が二つ或はそれ以上の部分品の連結機能に依存するもの」であるとする[2]．

また Brockhaus によると「機械（Maschine）はその力が有用な働きをなし，或はそれが他のエ

ネルギーの形態に変化するところの力の伝達を行うすべての装置.」であり「単純機械（Einfache M.）とは，挺子，ロール（軸輪），斜面利用物（楔，螺旋）であり，それらと部分品から複合機械（Zusammengesetzen M.）が構成される．技術的には動力機（Kraftmashinen）と作業機（Arbeitsmaschinen）とを区別する[3]．」

英，独何れの場合も，力を伝達し或は変形するところの装置として機械を規定している点は一致している．又挺子や車軸のごときものを単純機械とし，それらの部品を組合せたものを複合機械であると規定している点も同じである．

このような機械の意義を Webster's New International Dictionary は更に詳しく述べている．すなわち機械とは「2つまたはそれ以上の相対立し且つ相互に拘束し合つている部分品より構成された全ての工作物であつて，それらは既定の相互運動によつてある所与の効果を産出する為に或はある求める仕事をするために力と運動を伝達し且つ変容することに役立つものである．例えば，運動学的な例をとれば輪を連結した鎖．

厳密な定義によれば，支点に支えられた挺子，使用中のプライヤー或は用力点のついている単純な滑車でも機械と言えよう．しかし通常の用語では，これらは殆ど機械の中には包含されない．同じようにその部分が相関的運動をしないハンマー，鋸，のみ，かんな等のごとき器具（implement）または道具（tool）は，それ自体いかなる場合においても機械ではないであろう．

普通には，且つより広い機械学上の意味においては，挺子，ギヤー，鎖歯車，滑車，車軸や心棒，ロープ，鎖やベルト，カム及びその他の回転したり滑つたりする部分品，バネ，密閉した液体等の如き機械的部分品を多少とも複雑化した結合体であつて，ある予想され且つ一定の方式でものを変化させるために，例えば荷を揚げたり運搬したりするために，物の上に働きかけるように設計された場合におけるがごとく，部分品を支えたり結合したりする框や結合品をもつたものである」[4]．こゝでは，機械は2つ以上の抵抗物の組合せであつて，それらが互いに拘束しながら運動をするという点に機械の本質的意義を見出し，このような作用のないものを器具(implements)又は道具（tools）として両者の間に明確なる境界のあることを示している．

機械を道具と区別することは，機械の経済的意義を考察する場合極めて重要なことであるが，技術的にも当然に両者の間の相違は重要視されている．例えば，庄司英信教授はその著「農業機械学概論」の中で「機械（machines）と器具（implements）とは如何なる別があるか．……」という問に対し「機械とは抵抗力を有する物体の組合せであつて，各部の関係運動は限定され，これにエネルギーを供給して所要の仕事をなさしめるもの」であるという Kenedy の定義を引用し，要するに機械はその諸々の構成部分を通してエネルギーを有用な仕事に転化するものであつて，そのために，(1)各部は常に限定された運動をすること，(2)その各部は一定の運動が行われ得るように伝えられた力に抵抗しうる強さを有すること，(3)受入れたエネルギーを変化し，或は有用な機械的仕事をなす事等の要件を備えていることが必要であるとする．これに対して，「器具とはそれ自体に直接一定の関係運動をなすべき機構部分を有せず，主として人畜力によつて駆使され，いわば手足先の延長としてこれが作用を補足強化し，その作業効果を拡充するに役立つ1個の物体的」であるものを言う．鍬や鎌はまさにこのような器具の典型的なものである．

従つて器具は一般に簡単な構造を有するが，機械はエネルギーを受取りかつ仕事をするものであるから，それぞれ役割を異にした部分から構成された複雑なものとなる．

すなわち　(1)エネルギーを受取る部分　(2)受取つたエネルギーを伝達しまたはこれを変形することを司る部分，(3)実際の仕事をなす部分，(4)以上の3部分を各々適当せる位置に保持することを目的とする静止部分等が具備されていなければならない．

技術的にこれを見るならば，機械（machines）は器具（implements）と峻別され，この狭義における機械の進歩及びその利用の発展が今日における技術的研究の主要な課題となつているのである．しかし普通農業機械学と称する場合には，単に農業用の機械（machines）のみならず，いわゆる農具という道具，器具の類をも含めて研究の対象としている5).

次に経済学においても，機械の意義は従来数多くの学者によつて論究されてきたが，今日最も広く認められているのは Marx の見解であろう．Marx はその著資本論第1篇第13章において次のごとく述べている．

「総べて発達したる機械は,本質的に相異る所の三部分から成る．発動機 Bewegungsmaschine と配力機 Transmissionsmechanismus と最後に道具機 Werkzeugmaschine 即ち作業機 Arbeitsmaschine とがそれである．……18世紀における産業革命の出発点となつたものは，実にこの道具機という機械部分であつて，それは今日においても手工業経営なり，マニユフアクチユア一経営なりが機械経営に推転するところに在つては，絶えず斯る出発点となつているのである.」 そして「産業革命の起点となる機械は，単一の道具を取扱う労働者に換うるに，同一又は類似の多数道具を同時に操縦し且つ単一の動力—如何なる形態のものであるにしろ—に依つて運転されるところの機構を以つてするものである．茲に始めて機械が成立するのである.」

Marx によれば，機械は (1)道具とは全く異るところの作業機を本質的部分とし，(2)そのことによつて人間の労働に代替するという機能を果すものである．(3)そして資本主義社会において，機械は資本家のための余剰価値生産の手段であるとするのである6).

機械が資本家のための余剰価値生産のためにのみ作用するか否かは，しばらく問わぬことゝして機械の第一次的な経済的作用をみる場合この Marx の見解は，今日においてなお一般的に認められている．

高田保馬教授はその著「経済学新講」第一巻において，機械を生産手段の中の労働の技術的補助手段としての広義の道具の一形態であるとみる．すなわち広義における「道具は狭義に於ける道具すなわち器具と，機械との二に分たれる．機械に対立せしめて考えられるときの道具は，手の（詳しく云えば，仕事を営むところの身体の）補助手段に外ならぬ．即ちそれは単に手の作用を有効ならしむる手段であるに止まる．……機械の特徴は，仕事の内容が手の作用によつて決定せられず，死したる機構そのものゝ力によりて決定せられる点にある．勿論，この際手足の労働を借らざることはないが，営まる仕事の内容は手の作用の内容から独立である.」 そして狭義における道具は手工業並に工場工業に対応したものであるが，機械は大工場工業の成立に相伴うものであると説く．この意味において機械は，その完成された姿において三つの重要な部分より成る．その1は動力機械であり，其の2は配力機械であり，其の3は工作機械である．「道具とこの工作機械との差異は決して，一方が動力によつて動かされ，他方が手によりて動かさるる点に存するのではない．その差異はむしろ，生産物の性質と数量とが手の作用により決定せられずして手段そのものゝ仕組によりて決定せらるるか，然らざるか，に存すると思う7).」

これによつて Marx における機械の本質的概念規定は，今日の近代経済学においてなお，殆んど変らない姿において受継がれていること知るのである．そして現在機械を論ずるあらゆる学者が，それを認めているのである8)．すなわちこれを要約すれば機械とは技術的には，少くとも抵抗力を有する物体の組合せによつて成り立ち，各部分の限定された関係運動によつて所要の仕事をなすものであることが必要である．そしてその構成は完成された形において，今日いわゆる原動機と称せられる無機的動力源を有し，それより発する動力を変形伝達する部分と，更にその力を利用して作業する部分の3つの部分より成り立つているものである．更にそれを経済的見地か

ら理解すれば，先ず第1に機械は人間労働の技術的補助手段であり，第2にそれは道具と異つてそれ自体独自の作業を営むところの自律作業能力を有する．そして第3にその能力によつて，人間の労働を軽減すると同時にそれに代替する作用を果すものである．

これらの機械が，近代的大工場制工業の成立の基盤を与え，それに伴つて発展してきたものであることはいうまでもないことである．しかし機械は全て大工場の中にのみ存するものではなく，家内工業的な小規模生産の中にも家族労作的農業経営の中にも採り入れられているのである．

## II．農業機械の意義（文献的考察）

農業用に利用される機械，機具については従来農具，農機具或は農業機械等の言葉が使用されてきた．これらはそれぞれいかなる意義を有するものであるか．

現代の農業経営学においては，それぞれの学問体系に則して農業機械の意義を見出しているのであるが，ドイツの農業経営学において，これをみるに，F. Aereboe はその著．Kleine Landwirtschaftliche Betriebslehre の中で農業の物的経営要素を次の如く分類する．

1. 広義の農地即ち利用可能地（荒蕪地を含まず）
2. 建　物
3. 有生器具　(1) 役畜　(2) 用畜
4. 無生器具（農具及び機械）
5. 現物貯財　(1) 農舎貯財　(2) 圃場貯財

すなわち，役畜，用畜等の有生器具に対し，農具，機械を無生器具として類別し，無生器具を農具（Geräte）と機械（Maschinen）に分ける．そして，農具及び機械をその発展の過程に準拠して次のごとく説明している．

「農具及び機械（Maschinen und Geräte）は，労働の補助手段である．就中最も重要なものは，手道具である．若しも人間が道具を用いないで素手で働かねばならないならば，沢山の生産を挙げることは不可能であろう．小刀，斧，鋸は人間に始めて木材加工を可能にし，鍬や鋤は土地耕耘を可能ならしめた．石器が金属製器具によつて置換された為に，成就された進歩は，極めて大なるものであつた．この進歩は犂，ハロー及びローラーの如き耕耘用器を役畜に繋いで索引させることを案出せるに及んで，更に一層顕著となつた．これによつて始めて本当の耕耘が営まれるようになつたのである．そして広幅播種機，条播機，中耕機，各種の刈取機及び脱穀調整機等々の発明は，農耕における著しい発展的段階を物語るものである．

それと同様なことが，利用される動力の進歩，即ち畜力に代替せる蒸気機関，電動機及び石油発動機についても言えるし，また動力の進歩がこれによつて運転される機械の性能に強く影響して，その発達を促している．例えば蒸気犂，モーター犂，刈取脱穀機がそれであり，また農場や農業者の家庭における電流や電動機利用の機械の如きも明かにその例である．[9]」

農業の生産力向上のために手道具 Handarbeitsgeräte が重要な役割を果したこと，畜力を原動力とする播種機，中耕機，刈取機及び脱穀調整機等が機械化の一つの発展段階をなし，それは更に高次の発展段階に達することを述べている．Aereboe が機械（Maschinen）という場合は，道具（Geräte）に対比させるものであつて，それの原動力が畜力であるか動力であるかには，拘らないもののごとくである．

戦後のドイツにおいて，Th. Roemer の編集した Wirtschaftslehre des Landbaues（Handbuch der Landwirtschaft Bd. 5）において，W. Bush は農業経営における機械の意義を考察しているが，

彼は農業経営の要素を次のごとく分類している．

A．不動財または基礎（設備）資本
　1. 土　　地
　2. 土地改良施設
　3. 建　　物
　4. 永年性植物よりなる耐用財

B．可動財または経営資本
　1. 可動固定財
　　a）機械及び機具　b）役畜及び用畜
　2. 流　動　財
　　a）現物　b）肥育牛　c）現金　d）債権

すなわち，農業経営の要素を不動性の基礎資本財と可動性の経営資本財とに分け，可動性の経営資本財とに分つ，そして機械及び機具はこの長期固定性の資本財に含ましめているのであるが，それは更に，次の如く分類される．

A．作業用具（Werk-geräte）
　1. 道　　具（Werkzeuge）
　2. 単純農具（Einfache Geräte）
　3. 機　　械（Maschinen）
　　a. 作業機（Arbeitsmaschinen）　b. 動力機（Kraftmaschinen）
　　c. 動力作業連結機（kombinierte Kraft-und Arbeitsmaschinen）

B．装　　置　Apparate

C．家具及び調度　Hausgeräte und Einrichtungen

道具と単純農具との間には厳格な区別はないが，単純農具とは，荷車や犂等の如く，持続的に農作業に使うものを言い，道具とは，農具を製作する際に，偶発的に必要な用具としてのハンマーや釘抜等を言う．又機械とは，他から力を伝えられて自ら作業を行う（作業機）か，或はエネルギー転換の効果によつて自ら駆動するもの（動力機）を言う．駆動機と作業機とは多くの場合トラクターのように，1つの機械に結びつけられている．（動力，作業連結機）[10]．

アメリカにおける経営学は，農業機械を如何に取扱つているであろうか．

H. Taylor は，その著 Outlines of Agricultural Economics の中で，土地以外の生産された用具（producted instruments）を全て設備（equipments）と総称している．馬，道具，機械，建物，垣，種子等が全てこの設備の中に含まれる．この設備は一般に資本財に相当するものと考えられる．そしてこれが可動性（moval）のものと不可動性（inmoval）のものに分けられ，家畜，道具，機械及びその他資材は前者に当り，建物，垣等は後者に当る．

要するに Taylor において機械及び機具は広い意味において経営用の設備の一部をなし，かつまた，可動性の設備である．そして機械（machines）と機具（tools）とを区別する概念規定はなされていない．そしてこのように設備資本（equipments）の中に固定資本財から流動資本財に至るまでの全てを包含するのは，多少無理であろう[11]．

戦後において，J. D. Black は Introduction to Economics for Agriculture の中で設備（equipments）をいわゆる機械，機具に限定している．すなわち，経営要素の分類に際して，使用によ

つて減価するものは，建物（buildings）と設備（equipments）であるとし，このうち建物は位置の固定したものであり，設備は可動性のものであると規定している[12].

また，同じく J. D. Black 外3氏の合著になる Farm Management の中でも，農場設備（farm equipments）を建物や家畜と区別して分類し，更にその農場設備を分つて動力化したもの（motorized）と其他（other）に区分している．そして「動力化したもの」の中にトラクター，トラック及び自動車等が含まれる[13].

以上の引例の範囲内においてアメリカの経営学では機械と機具とが特別に明瞭に区別することなく使用されているが，しかしそれはただ厳密に定義しないということだけであつて，実際にはやはりそれぞれの意味をもつて使用されているようである．Taylor の時代には畜力用の機械が相対的に高い重要性をもつていたのに対し，Black の時代においては，動力機による作業機の重要性が著しく高くなつているのである．そこで，機械一般のうちで，動力化したものとそうでないものとを分けて考えることの意味が重要度を増しているようである．

わが国の経営学においては，橋本伝左衛門博士が，その著農業経営学において，固定資本財を次の如く分類している．

A. 無生固定資本（無生器具）

イ．土地改良資本　ロ．建物資本　ハ．農機具資本

B. 有生固定資（有生器具）

イ．動物資本（家畜資本）　ロ．植物資本（作物資本）

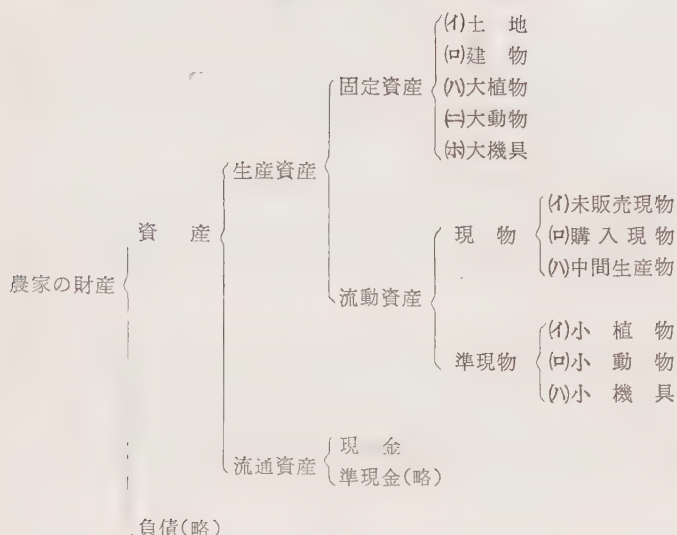
即ち，農機具は，土地改良資本及び建物資本と共に無生固定資本に属する．そしてこの農機具資本については，次の如く説明されている．

「すき，くわ，かま等の簡単な構造のものから，からすき，まぐわ，もみすり機，更に進んで動力耕耘機，脱穀機，調整機，農産加工用機械に至るまで種々雑多な農具機械がある．およそ経営要素として最も多くの品目を包有するものが，この農機具資本の部門である．その形が小さくて構造の簡単なものはおゝむね器具といわれ，大きくかつ構造の複雑なものは機械と称せられる．もとよりその境い目は明確な線をもつて画することはできないが，その起働の主として人力によるものが農具で，畜力，電力その他の機械的動力によるものが機械ということもできる[14].」

すなわち，農機具を器具と機械に分ち，その両者の区別は構造の簡単か複雑かにより，或は起働が人力であるか，人力以外であるかによつて，分類することができるとして，わが国の農業関係者が普通に使用している意味に則した常識的見解を示してある．

これに対し岩片磯雄教授はわが国の従来の農業技術の特質に着目して「労働の主体が，自分の労働をその対象物に機能させる中間の媒介物」としての労働手段を「容器的労働手段」と「機械的労働手段」の2つに分ち，物理的化学的機能を果すもの，例えば水田の水やガラス室等が前者であり，力学的機能をもつもの例えば鍬，犂等が後者であつて，これが「普通に農業機械と呼ばれる」ものであるとする．そしてこの「機械的労働手段」は一般的に原動機，伝導機，作業機の3つの部分の聯繫によつてなりたち，原動機には人力，畜力，動力の3つがある．従つて作業機も人力機，畜力機，動力機などに分けられる．

ここで岩片教授が労力手段を「容器的」と「機械的」とに分けたのは，わが国の農業技術が従来主として容器的手段を中心として発達して来たものであるに対し，近代の農業は総じて機械的労働手段の高度化に向つていて，経営の合理化という点からみて今後もこれを基本として進むことが必要であると考えられたことによるもののごとくである[15].

なお大槻正男博士は，その著「農業簿記」において農家の財産を次の如く分類された.

すなわち，農具若くは農機具は，固定資産としての大機具と流動資産としての小機具に類別されている．このうち，大機具は「足踏脱穀機以上の大農具及び兼業用具」を意味するものであつてその使用によつて年にその価値の一部だけを粗生産（生産物）の中に流動するものであるから固定供用財であり，小機具は「足踏脱穀機よりも小さい小農具及び兼業用具類」を云うものであつて，記帳の便宜上年度内にその価値を粗生産物の中に流動するものとみて，流動供用財とみなすものと説かれている[16].

ここでは，いわゆる機械について，特別に説明されてはいないが，大機具（主として機械）を固定供用財と規定し，わが国農家経済の基盤に立つてその評価と減価償却の理論が展開された.

## Ⅲ．農業機械の意義（総括）

以上において，いわゆる機械が農業経営学において，いかなる意義を認められ，いかに類別されているかを検討したのである．しかし経営要素としての機械が全体の経営要素の中でいかなる地位を占めるかということは，単に機械の技術的役割によつて，決定されるものではなく，それぞれの農業経営学の全体系の中から規定されているものである．従つてここに述べてきたような形で部分的に抜き出して，その適否を論ずることは甚だ当を得ていない方法であるし，且つまたこのような検討によつて，ここに農業用機械の経営的意義を結論づけることは，困難である.

しかし，以後の農業機械化に関する論述を容易にするために，一応ここでこれまでの先学の見解とわが国農業の現状より推して，農業用機械の意義とその類別を示して置き度いと思う.

以上の用例より勘案して農業生産を行う場合に用いられる労働の技術的補助手段を総称して，農機具と呼ぶことは妥当であろう．但しこの場合の労働の補助手段は，本来可動的資本財であつて，土地に固定して築造された建物，施設等不可動的資本財を含まないことは当然である．ここにいう農機具は橋本博士の農機具，岩片教授の「機械的労働手段」であり，従つて J. D. Black の equipment 又は W. Busch の Werkgeräte と大体において同義とすることができる．そしてこの農機具は具体的には二つに大別されるものであつて，農具及び機械がそれであり，外国の用語に従えば tools and machines 又は Geräte und Maschinen がこれに当る．すなわち農具とは農

業用の道具の意であり，機械とは農業用の機械を意味するものとみてよいであろう．そしてここでいう道具と機械の区別は，先に述べた機械の意義から必然的に類推されるごとく，単に人間の労働を強めるに停まるものが道具であるに対し，いわゆる機械的装置を通して人間労働を節約し且つその活動に代替するものが機械である．従つてこのような意味から農業用の補助手段をみると鍬，鎌，犂等は全て農具に類別されるが，足踏脱穀機，各種の畜力機（例えば傘形式畜力機），動力脱穀機及び動力耕耘機は何れも機械に属する．

農具はこれを使用することによつて，農作業の能率を高め，或る程度の労働力の軽減をみることは確かであるが，作業の遂行は大部分人間の手中に残されているから，農具の利用度を高め，作業の能率をあげてゆくためには，長年に亙る練習が必要であり，その熟練の度合によつて作業の成果に著しい差をもつて来る．

これに対して機械は，人間の労働力を飛躍的に節約するのみならず，その作業自体に代替する性質をもつているので，ある程度の習熟の度合に達すればそれを使用することによつて整一な作業を能率的に遂行することができ，長年の熟練や「勘」を必要とする部面が著しく少なくなる．このような農具と機械との違いは農業の機械化の意義を考案する際に特別の重要性を持つものである．

農具は更にこれを細別すれば一般的道具としての金槌，釘抜，鋸等と農用道具（狭義）としての鍬，鎌等とに分けることができるであろう．この両者の区別は，前者が農業用に限定されない広い利用範囲を持つに対して，後者が農業用に限定されているという差異の外に W. Busch の言うごとく前者が農業経営において偶発的に必要とされるものであるに対し，後者は特定の農作業に結びついて継続的に使用されるものであるという違いがある．しかしこのような差異は今日における農業の機械化を考察する際に特別重要な意味を持つものではない．

更に機械はこれを細分すれば，原動機，伝導機及び作業機の3種に類別することができるが，このうち伝導機は現在の農業機械において独立の機械として存在する場合は著しく稀であるので，特別に分類しておく必要は少ないであろう．それに対し最近は原動機と作業機とが結びついて，あたかも単一の機械であるかのごとく，取扱われている場合が少くない．例えば，動力耕耘機，オート三輪，トラック，或いはトラクター等の如きものである．これらを W. Busch の Kombinierte Kraft-und Arbeitsmaschinen に当るものであつて，原動作業機と称することができるであろう．

従つて機械は原動機，作業機及び原動作業機に3分類されるが，このうち原動機は今日わが国で普通使用されているものとして石油発動機及び電動機がある．そしてこれらは何れも動力機ということができる．これに対して作業機は人力用，畜力用及び動力用の三つの場合が考えられる．人力用作業機としては播種機，足踏脱穀機等があり，畜力用作業機としては籾摺機，脱穀機，及び揚水機等がある，しかし最も重要なものは動力用作業機であつて，それには脱穀機，籾摺機を始め，揚水機，除草機，精米機等各種の作業に応じた機械が考案されている．

このように広義における農機具は，農業経営の内部でそれぞれの機能に従つて類別されるのであるが，その概要は次のごとくである．

農機具の構成

1. 農具（広義）
   - 一般道具……鋸，かんな，ペンチ等．
   - 農具（狭義）……鍬，鎌，犂等．
2. 機　　械
   - 原動機……電動機，石油発動機．
   - 作業機……脱穀機，籾摺機，揚水機等．
   - 原動作業機……動力耕耘機，動力噴霧機，オート三輪等．

以上において，農業用機械に関し，私見の一端を述べたのであるが，機械に対し厳密な規定を適用する限りにおいて，機械は上に述べたごとく，人力作業機及び畜力作業機をも包含しているものである．しかし Marx の云う「発達したる機械」，高田保馬教授の「完成された機械」は全て「動力機械」を出発点とし，そこから発動したエネルギーを伝達し，働かせてゆく形をとる．このように原動機を動力源とする機械を「完成した」または「発達した」機械と言うのであるならば，先にあげた人力または畜力を原動力とする機械は，「未完成」のそして「未発達の」の機械であると言わざるを得ないであろう．わが国においてはこの「未完成の機械」が多数存在すると同時に他方「完成せる機械」がまた著しい勢で増加しつゝあるということができる．

ところで農業上の機械若くは農業の機械化という場合には，常識的にはむしろここに言う「完成せる機械」のみを指しているのであつて，人力や畜力を原動力とするといわゆる「未完成の機械」は含まれない場合が多い．

このような意味において，機械という場合にも広義と狭義の2義があつて，広義では人力作業機をも含めたものであり，狭義には動力とするもののみを言うものと解すべきであろう．

なお，この研究を行うに際して，岡山大学農学部教授永友繁雄，同法文学部助教授光岡新，藤戸正二，同教育学部助教授片山嘉雄の諸氏に貴重な御教示を戴いた．記して微意を表する．

## 引用文献

1) 大言海（1932）：Vol. 1，756.
2) The Oxford English Dictionary (1933) : Vol. Ⅵ, M. 7.
3) Grosse, Brockhaus (1955) : 569.
4) Webester's New International Dictionary (1951) : Vol. 1, 1474.
5) 庄司英信（1956）：農業機械学概論，1～4.
6) 高畠素之訳（1927）：資本論，Vol. 1，351～6.
7) 高田保馬（1929）：経済学新講，Vol. 1，148～158.
8) 戸田武雄：機械の経済学，11～27.
9) 永友繁雄訳（1953）：改訂農業経営学，7，24～25，
AEREBOE, F. (1932) : Kleine Landwirtschaftliche Betriebslehre. 13, 26～27.
10) BUSCH, W. (1954) : Wirtschaftlehre des Landbaues. 85, 108.
(Handbuch der Landwirtschaft, Bd, V.)
11) TAYLOR, H. (1932) : Outlines of Agricultural Economics. 110～111.
12) BLACK, J. D. (1953) : Introduction to Economics for Agriculture. 114.
13) BLACK, J. D., CLAWSON, M., SAYRE, C. R. and WILCOX, W. W. (1949) : Farm Management. 522.
14) 橋本伝左衛門（1952）：農業経営学，64～66.
15) 岩片磯雄（1954）：農業経営学，121～122.
16) 大槻正男（1950）：農業簿記，38～40.